Sammlung Göschen

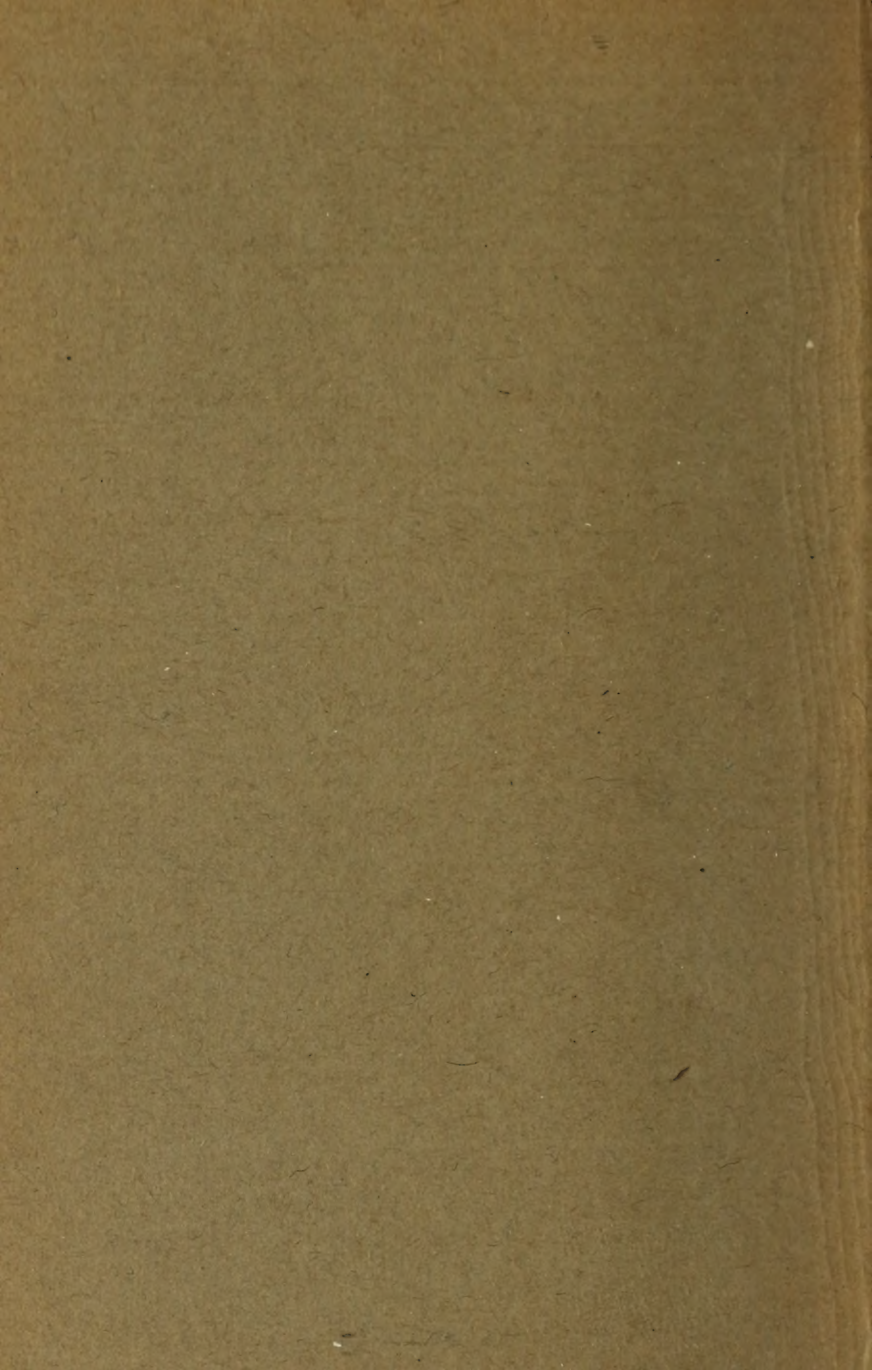
Experimentelle Phonetik

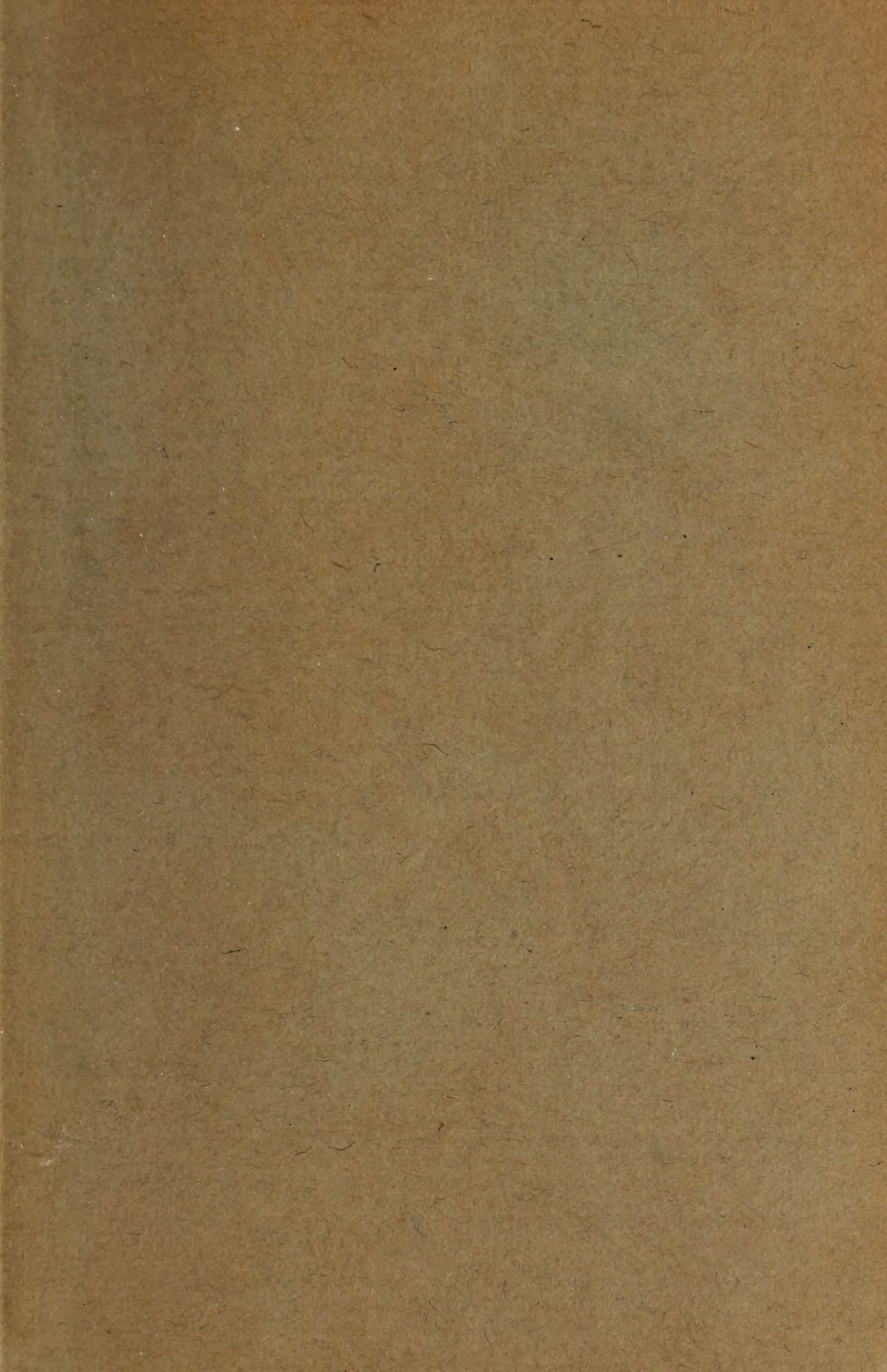
Von

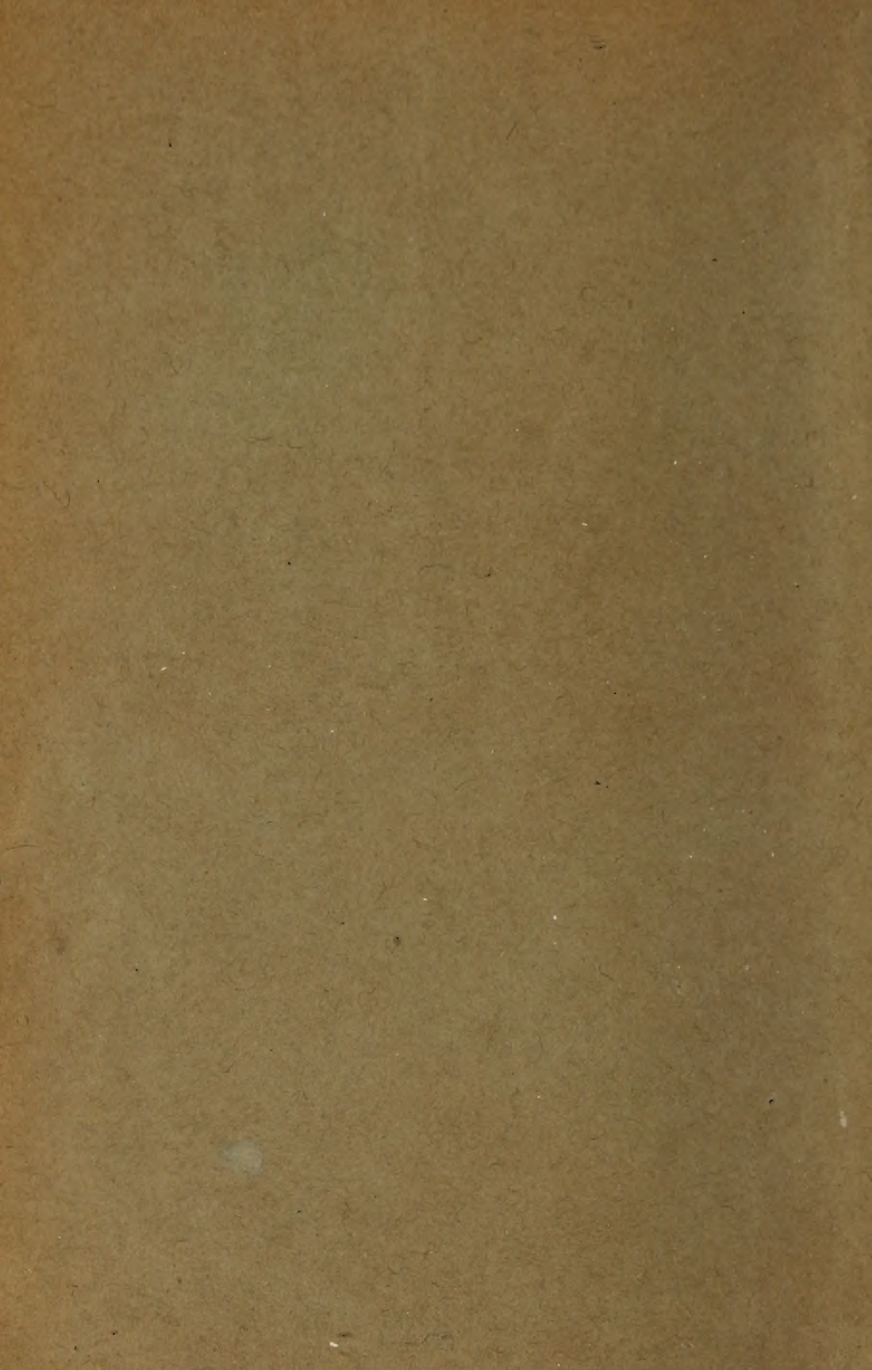
Prof. Dr. G. Panconcelli-Calzia

Mit 3 Figuren









Sammlung Göschen

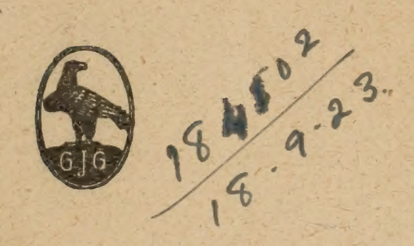
Experimentelle Phonetik

Von

Prof. Dr. G. Panconcelli-Calzia

Leiter des Phonetischen Laboratoriums des Seminars
für afrikanische und Südsee-Sprachen, Universität Hamburg

Mit 3 Figuren



Berlin und Leipzig
Vereinigung wissenschaftlicher Verleger
Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.

1921

Druck von
C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig.
862920.

Inhaltsverzeichnis.

Die jüngste Fachliteratur.

Von den seit 1900 erschienenen, das ganze Gebiet der experimentellen Phonetik umfassenden Werken kenne ich keins, das den Gegenstand ausschließlich theoretisch behandelt. Das vorhandene Material berücksichtigt stets diese oder jene Anwendung mit; es besteht aus den Büchern von:

Scripture, E. W. The Elements of Experimental Phonetics. New York, 1904.

Rousselot, P. Principes de phonétique expérimentale. Paris, 1897, 1901, 1908.

Gutzmann, H. Physiologie der Stimme und Sprache. Braunschweig, 1909.

Unter den mir bekannten Büchern, die sich auf einzelne Gebiete beschränken und, einige ausgenommen, theoretisch gehalten sind, behandeln die Untersuchungstechnik die von:

Scripture, E. W. Researches in Experimental Phonetics. The Study of Speech Curves. Washington, 1906.

Kielhauser, E. A. Die Stimmgabel. Leipzig, 1907.

Schenk, E. Atembewegungen. 2. Bd., 2. Abt. des Handbuches der physiologischen Methodik. Leipzig, 1908.

Garten, S. Die photographische Registrierung. 1. Bd., 1. Abt. des Handbuches der physiologischen Methodik. Leipzig, 1910.

Frank, O. Kymographion, Schreibhebel, Registrierspiegel, Prinzipien der Registrierung. 1. Bd., 4. Abt. des Handbuches der physiologischen Methodik. Leipzig, 1911.

Poirot, J. Die Phonetik. 3. Bd., 6. Abt. des Handbuches der physiologischen Methodik. Leipzig, 1911.

Waetzmann, E. Die Resonanztheorie des Hörens. Braunschweig, 1912.

Schäfer, K. L. Untersuchungsmethodik der akustischen Funktionen des Ohres. 3. Bd., Abt. IIIb des Handbuchs der physiologischen Methodik. Leipzig, 1914.

Verschiedene andere Fragen der Phonetik behandeln:

Nagel, W. Physiologie der Stimmwerkzeuge. Braunschweig, 1906—7.

Biebendt, A. Über die Kraft des Gaumensegelverschlusses. Doktor-Dissertation. Berlin, 1908.

Scheier, M. Die Bedeutung des Röntgenverfahrens für die Physiologie der Sprache und Stimme. Berlin, 1909.

Gießwein, M. Über die „Resonanz" der Mundhöhle und der Nasenräume, im besonderen der Nebenhöhlen der Nase. Berlin, 1911.

Musehold, A. Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans. Berlin, 1913.

Panconcelli-Calzia, G. Die phonischen Bewegungen des Menschen im Röntgenbild. (Mit einem Kapitel von Clara Hoffmann und Ott über die Anwendung der Röntgenstrahlen in der praktischen Sprech- und Gesangsstimmbildung.) Hamburg, bereits 1914 gedruckt, aber noch nicht im Handel erhältlich.

Obige Druckwerke behandeln alle in diesem Büchlein vorkommenden Fragen mehr oder weniger ausführlich bzw. bringen sie eine reichhaltige Literatur. Aus diesem Grunde und auch um in nachfolgenden Seiten Wiederholungen möglichst zu vermeiden, sind sie ein für allemal an dieser Stelle erwähnt; auch ist die von ihnen zitierte Literatur in vorliegendem Bändchen nicht angeführt. Nur die in ihnen fehlenden oder nach Juni 1914 erschienenen Arbeiten werde ich nachstehend angeben, soweit sie mir im Original zugänglich waren und einer Berücksichtigung würdig erschienen.

Eine Fachzeitschrift ausschließlich für theoretische Phonetik gibt es noch nicht. Das in Deutschland erscheinende Internationale Zentralblatt für experimentelle Phonetik: „Vox", sowie die katalanische Zeitschrift „La Paraula" und die früheren Organe: „Archiv für experimentelle und klinische Phonetik" (1913—1914), „La Parole" (1899—1904) und „Revue de phonétique" (1911—1914) bringen meistens Arbeiten über angewandte Phonetik.

Es fehlt auch eine Bibliographie, die nur die theoretische Phonetik berücksichtigt. Breymanns Phonetische Literatur von 1876—1895, Leipzig, 1897, ebenso Panconcelli-Calzias Bibliographia phonetica, Berlin, 1906—1914, ersticken unter der Zahl der Arbeiten aus dem Gebiete der angewandten Phonetik.

Alle diese bibliographischen Äußerungen gelten nur für die Zeit bis ca. Juni 1914. Die später erschienene phonetische Literatur konnte ich, mit Ausnahme der hamburgischen Veröffentlichungen, selten und nur zufällig kennenlernen.

Ich habe nach Allgemeinverständlichkeit gestrebt, setze aber beim Leser gewisse höhere Kenntnisse, insbesondere auf dem Gebiete der Physik sowie der Anatomie und Physiologie des Menschen (vgl. S. 8), voraus. Zum Nachschlagen bzw. zur Auffrischung des Gedächtnisses sei u. a. auf die Nummern 18, 21, 76, 612 der Sammlung Göschen verwiesen.

Abkürzungen.

AAmPsl (PslAbt) = Archiv für Anatomie und Physiologie (Physiologische Abteilung),

AExKPh = Archiv für experimentelle und klinische Phonetik,

AIORL = Archivio italiano di otologia, rinologia e laringologia,

AItLOR = Archives internationales de laryngologie, d'otologie et de rhinologie,

ALR = Archiv für Laryngologie und Rhinologie,

AnPsk = Annalen der Physik,

AtCORL = Atti della Clinica di otologia, rinologia e laringologia (R. Università di Roma),

BPAK = Berichte der Phonogrammarchivkommission der Akademie der Wissenschaften, Wien,

BtDMk = Beiträge zur deutschen Metrik. Dr.-Dissertation. Marburg, 1897,

CtRdAcSc = Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences,
DMeWs = Deutsche Medizinische Wochenschrift,
d. Schw. = doppelte Schwingung(en),
EPhPaHS = Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme. Leipzig, 1911,
EsFt = Estudis fonétics. Barcelona, 1917,
EtPhEx = Études de phonétique expérimentale. Paris, 1904,
FschWV = Festschrift Wilhelm Viëtor. Marburg i. H., 1910,
H. u. O. = Hoffmann und Ott (vgl. S. 4 Panconcelli-Calzia),
MdPhLg = Les modifications phonétiques du langage. Paris,1891,
MeK = Medizinische Klinik,
MoSphk = Medizinisch-pädagogische Monatsschrift für die gesamte Sprachheilkunde,
NrSp = Die neueren Sprachen,
P.-C. = Panconcelli-Calzia,
PflA = Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie der Menschen und der Tiere,
PSB = (Passow-Schäfer'sche) Beiträge zur Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Ohres, des Halses und der Nase,
PslSmSp = Physiologie der Stimme und der Sprache. Leipzig, 1879,
RchEx = Recherches expérimentales pour l'inscription de la voix parlée. Paris, 1911,
ReAcLc, fmn = Rendiconti della r. Accademia dei Lincei (Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali),
RgT = Röntgentechnik. Hamburg, 1919,
RtBe = Die rechtliche Beurteilung der Röntgen- und Radiumschädigungen. Hamburg, 1914.
RvPh = Revue de phonétique,
SbAcW = Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin,
Sm = Die Stimme,
Sphk = Sprachheilkunde. Berlin, 1912,
VhGsKdhk = Verhandlungen der 19. Versammlung der Gesellschaft für Kinderheilkunde. Wiesbaden, 1903,
VH3ItLRKg = Verhandlungen des 3. Internationalen Laryngo-Rhinologen-Kongresses. Berlin, 1911—1912,
Vox = Internationales Zentralblatt für experimentelle Phonetik: Vox,
Vp = Versuchsperson,
ZAgPsy = Zeitschrift für angewandte Psychologie,
ZBi = Zeitschrift für Biologie,
ZEgSp = Zeitschrift für Eingeborenen-Sprachen,
ZKrpf = Zeitschrift für Krankenpflege,
ZLR = Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie und ihre Grenzgebiete.

Einleitung.

Begriff, Aufgabe und Abgrenzung der experimentellen Phonetik.

Begriff. Die experimentelle Phonetik ist die Wissenschaft von der Phonation, d. h. von der Stimme und den Lauten mit den ihnen eigentümlichen Komponenten: Farbe, Höhe, Stärke und Dauer.

Aufgabe. Die Aufgabe der experimentellen Phonetik besteht darin, sich in der Gegenwart vollziehende, vom Orte unabhängige Phonationsvorgänge im normalen Organismus festzustellen, zu zergliedern, zu ordnen und die Bedingungen ihrer Veränderungen zu erforschen.

Stimme und Laute sind das Ergebnis bestimmter Bewegungen der peripheren Phonationsorgane. Die experimentelle Phonetik behandelt ihren Stoff zuerst in bezug auf die erzeugende Tätigkeit, d. h. genetisch (ἡ γένεσις), und dann in bezug auf das durch diese Tätigkeit entstandene Erzeugnis, d. h. gennemisch (τὸ γέννημα).

Gegenstand der genetischen Behandlung (vgl. Übersichtstabelle S. 9)[1]) sind die Atmung, der Kehlkopf und das Ansatzrohr. Bei der Atmung sind die Bewegungen des Atmungsapparates (Frequenz, Dauer, Ausdehnung, Geschwin-

[1]) Nach dieser Übersichtstabelle richtet sich die formelle Darstellung des Inhalts folgender Seiten. Falls eine der Abteilungen bzw. Unterabteilungen nicht erwähnt ist, so ist das ein Zeichen dafür, daß die betreffende Frage noch nicht erforscht worden ist.

digkeit, Synchronismus, Typus), die Atmungsrichtung (ob exspiratorisch oder inspiratorisch), das Atemvolumen (im ganzen oder während einer Zeiteinheit; dieses letztere nennen die Franzosen „débit"), der superglottale Atemdruck, die Atemgeschwindigkeit und endlich die Form des Atemstroms zu berücksichtigen. Betreffs des Kehlkopfes wird zwischen Bewegungen im Kehlkopf und denen des ganzen Organes unterschieden. Unter Bewegungen im Kehlkopf ist zu verstehen: wie sich die Stimmbänder bewegen (Schwingungsart), ob sie sich ununterbrochen bewegen (Phonoposotie und Phonotopie; vgl. P.-C., Vox 1919, 18) und in welcher Weise sie ihre Tätigkeit anfangen bzw. beenden (gehauchter, weicher, harter, gepreßter Ein- und Absatz); die Bewegungen des ganzen Kehlkopfes geschehen in vertikaler und sagittaler Richtung. Betreffs des Ansatzrohres wird unterschieden zwischen Bewegungen, die zum Bereich des Schlundes oder des Mundes oder der Nase gehören.

Gegenstand der gennemischen Behandlung (vgl. Übersichtstabelle S. 9) ist das durch obige Bewegungen entstandene Erzeugnis, sobald es die äußerste Grenze des Phonationsapparates, d. h. die Lippen bzw. die Nase verlassen hat.

Abgrenzung gegen die übrigen Wissenschaften. Die Mathematik, die Physik (vor allem die Akustik), die Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Physiologie (insbesondere des Menschen) sind die Grundlage, auf der der Experimentalphonetiker selbständig weiterbaut; er braucht strenggenommen keine anderen Vorkenntnisse, um auf seinem weit ausgedehnten Gebiete rein theoretisch tätig zu sein.

Da aber die experimentelle Phonetik als unentbehrliches Hilfsfach für andere Wissenschaften (Psychologie, Linguistik und Pathologie) und für mehrere Fertigkeiten (Gesangs-, Fremdsprachen-, Taubstummenunterricht, Sprach-

Experimentelle Phonetik

Stimme — Laute

Farbe, Höhe, Stärke, Dauer

genetisch | **gennemisch**

- **Atmung**
  - Bewegungen
    - Frequenz
    - Dauer
    - Ausdehnung
    - Geschwindigkeit
    - Synchronismus
    - Typus
  - Richtung
  - Volumen
  - Druck
  - Geschwindigkeit
  - Form
- **Kehlkopf**
  - Bewegungen im Kehlkopf
    - Schwingungsart
    - Posotie u. Topie
    - Ein- und Absatz
  - Bewegungen des Kehlkopfes
    - in vertikaler Richtung
    - in sagittaler "
- **Ansatzrohr**
  - zum Pharynx gehörige Bewegungen
  - " Mund " "
  - zur Nase " "

heilkunde usw.) in Betracht kommt, so wird es in praxi für den Experimentalphonetiker von Nutzen sein, sich auch mit den Methoden und Ergebnissen der Psychologie, Linguistik und Pathologie vertraut zu machen, sowie sich, wenn möglich, selbständig oder sonst wenigstens durch Hospitieren über die Ausübung obiger Fertigkeiten zu unterrichten, um den Fragen, die ihm von all diesen auf die experimentelle Phonetik angewiesenen Gebieten gestellt werden können, verständnisvoll gegenüberzustehen.

Die Anwendungen der experimentellen Phonetik werden aber in diesem Bändchen in keiner Weise berücksichtigt, da es andere Ziele verfolgt. Vor allem habe ich danach gestrebt, in unser phonetisches Wissen Ordnung zu bringen und ein einheitliches, zusammenhängendes Ganzes, also ein System aufzubauen. Dieses Hauptziel bestimmte gebieterisch schon von vornherein die Gestalt dieses Bändchens. Es mußte ein kurzes Werk werden mit streng theoretischem Inhalt, in dem der Gegenstand übersichtlich und leicht faßlich unter sorgfältiger Weglassung von allem Nebensächlichen und bei ausdrücklicher Hervorhebung des grundsätzlich Wichtigen dargestellt wurde. „Theoretischer Inhalt“ bedeutet für mich übrigens nicht etwa die Darbietung des Stoffes in mathematischer Gestalt, sondern die Behandlung der auf reiner Erkenntnis, also frei von jeder Berücksichtigung irgendeiner Anwendung ruhenden Forschung.

Untersuchungsmethodik.

Die experimentelle Phonetik ist eine Wissenschaft von Tatsachen. Es ist also notwendig:

1. diese Tatsachen genau kennen zu lernen;
2. aus den erzielten Ergebnissen allgemein geltende Schlüsse auf ihren kausalen Zusammenhang zu ziehen.

Zur Kenntnis von Tatsachen führt nur die Erfahrung, die gewonnen wird

1. durch die Beobachtung, d. h. durch die Erforschung einer Erscheinung, so wie sie sich uns bietet;
2. durch das Experiment, d. h. durch das absichtliche, willkürliche Hervorrufen einer Erscheinung unter beliebiger Vereinfachung und Veränderung ihrer Faktoren.

Die natürlichen Beobachtungsmittel sind die Sinne. Ihre Integrität und Schärfe bilden die erste Bedingung für ein gutes Ergebnis. Leider sind die Sinneswerkzeuge unzulänglich und unzuverlässig. Da aber der Geist der wirkliche Beobachter ist, so steht dem Forscher frei, den mangelhaften organischen Werkzeugen durch in mancher Beziehung leistungsfähigere anorganische nachzuhelfen. In der Tat verwenden wir in der experimentellen Phonetik Vorrichtungen, die, je nachdem, die Leistungsfähigkeit der Sinneswerkzeuge erweitern oder gar die Beobachtung an ihrer Stelle übernehmen und ausführen, indem sie die Erscheinungen räumlich (durch krumme und gerade Linien, Kreise usw.) darstellen und aufschreiben.

Diese letzte Gruppe von Apparaten hat die allergrößte Bedeutung und leistet die wertvollsten Dienste, weil sie

1. unvergängliche, zu jeder Zeit und von jedem nachprüfbare Dokumente liefert;
2. die Beziehungen und Variationen der Erscheinungen hervorhebt;
3. die Ausmessung der phonetischen Erscheinungen gestattet und dadurch
4. die Ergebnisse als Funktionsverhältnisse anzugeben ermöglicht, was in der wissenschaftlichen Darstellung folgende nicht zu unterschätzende Vorteile hat:

a) Es kann in größerem Umfange als bisher auf die zu weitläufige und nur eine annähernde Genauigkeit ermöglichende Wortsprache verzichtet werden;
b) die Darstellung wird in immer wissenschaftlichere Formen gebracht, die in der Anwendung von Formeln ihren Höhepunkt erreichen;
c) alle räumlichen Dinge nehmen wir in Gestalt von Bildern auf; Bilder sind daher am anschaulichsten und zwar für jeden.

Insoweit wir durch die Apparate imstande sind, die sonst an und für sich nicht räumlichen phonetischen Erscheinungen räumlich aufzufassen, werden wir alles Phonetische auch als Bild darstellen können. Wir erreichen so eine Darstellungsart, die äußerst anschaulich, einheitlich, allgemeinverständlich ist, wenig Raum in Anspruch nimmt, gleichzeitig analytisch und synthetisch ist und suggestiv wirkt.

Der Wert der Instrumente, Apparate usw. besteht aber nicht allein in obigen Leistungen, sondern auch in der Möglichkeit, uns zu der zweiten Stufe, zur Gewinnung der Erfahrung, d. h. zum Experiment überhaupt, aufschwingen zu können. Denn bisher, einerlei ob mit oder ohne Apparat, haben wir nur beobachtet, d. h. Erscheinungen untersucht, so wie sie uns begegnen. Das bedeutet aber für die wissenschaftliche Forschung ein großes Hemmnis, weil die Erscheinungen von dem Zufall des Suchens und Findens abhängig gemacht werden. Anderseits bietet sich uns das phonetisch Gegebene in so zahlreichen sowie verwickelten Verbindungen und Zusammensetzungen dar, daß es für die Untersuchung zu rein theoretischen Zwecken in den meisten Fällen ungeeignet ist.

Der Experimentalphonetiker beschränkt sich daher nicht auf das bloße Beobachten, sondern schreitet weiter zum Experiment fort. Der Beobachter wartet geduldig, bis sich ihm

die phonetischen Erscheinungen bieten, der Experimentator dagegen ruft diese Erscheinungen hervor, und zwar, prinzipiell betrachtet, beliebig verändert, vereinfacht, meßbar und wiederherstellbar.

Man muß sich über die Grenzen des Experiments in der Phonetik von vornherein klar sein. Von Gutzmann (Vh3ItLRKg 1912, II, 32) stammen folgende Worte hinsichtlich der Beziehungen der experimentellen Phonetik zur Laryngologie: „. . . der harmlose Versuch am lebenden Menschen ist die Quelle, aus welcher der Laryngologie neue Kräfte ersprießen sollen und müssen". Wird das Wort Laryngologie durch Phonetik ersetzt, so sind die Grenzen des Experiments in unserer Wissenschaft scharf gezogen.

Harmlos muß der Versuch sein! Daher sind in den nachfolgenden Seiten alle Ergebnisse, die an Tracheotomierten [Cagniard-Latour (1837), Grützner (1879), Roudet (1900), Chanoz und Sargnon (1907), E. A. Meyer (1913), Gutzmann und Loewy (1920)] gewonnen wurden, unberücksichtigt geblieben (deshalb ist hier auch nie vom subglottalen Druck die Rede), weil das Tracheotomiertsein kein normaler Zustand ist und der Vp die verschiedenen Vornahmen bei der Untersuchung unangenehm, ja oft schmerzhaft sind. Aus denselben Gründen ist den Ergebnissen keine Rechnung getragen, die mit tief in den Mund oder tief in den Nasenraum gesteckten Apparaten gewonnen wurden. Die unentbehrliche Laryngoskopie und der künstliche Gaumen mußten aber berücksichtigt werden.

Am lebenden Menschen muß der Versuch vorgenommen werden! Deshalb sind in diesem Bändchen die durch Versuche von Müller (1837 und 1839) an Leichenkehlköpfen, von Harleß (1853) und Ewald (1898) an Froschmuskeln, von Katzenstein und du Bois-Reymond (1905) durch Vivisektion, von Katzenstein (1911) an Lei-

chenkehlköpfen, von Wethlo (1913) an seinen Polsterpfeifen, von Weiß (1913/14) an Pfeifen und Kadaverkehlköpfen, von Réthi (1915) an dem Kopf einer Leiche gewonnenen Erkenntnisse nicht erwähnt worden. Nagel und Musehold warnen vor einer übereilten Anwendung der auf diesem Wege erzielten Schlüsse auf die phonetischen Vorgänge im normalen lebenden Menschen. Nagel spricht von dem beschränkten Wert einiger solcher Versuche, Musehold empfiehlt ausdrücklich eine gebührende Berücksichtigung der Unterschiede zwischen lebenden und toten Geweben. Sogar Ewald sagt, daß derartige Versuche nur zum Studium der physikalischen Grundbedingungen ausreichen.

Jedenfalls sind zum Experimentieren im wirklichen Sinne des Wortes möglichst fein und einwandfrei arbeitende Apparate, Instrumente u. a. unerläßlich. Wie wäre es sonst möglich, — um nur die gröbsten Beispiele zu erwähnen — auf dem Gebiete des Druckes, des Volumens und der Geschwindigkeit der Atmung, der Bewegungen der Stimmbänder sowie des Zungenbeins usw. — also bei Vorgängen, die sonst überhaupt ungreifbar bzw. unsichtbar bleiben — in obigem Sinne zu experimentieren! Es lassen sich wohl ab und zu in der Phonetik einige Experimente auch ohne Apparate und ähnliche Vorrichtungen ausführen; derartige Experimente sind aber meistens niedrigeren Grades, und dann ist ihre Anzahl verschwindend gering. Der Verzicht auf anorganische Untersuchungsmittel ist also nicht von der Natur der Sache bedingt. Ein Experimentalphonetiker wird nie die Unterstützung durch die Apparate entbehren können, da er sonst seine Forschung wissentlich beträchtlich einschränkt bzw. erschwert und verschlechtert.

Wie oben angedeutet, begnügen wir uns nicht mit der genauen Kenntnis von Tatsachen, sondern beweisen aus den uns bekannt gewordenen Erscheinungen ein etwaiges Kau-

salitätsverhältnis und erzielen endlich daraus durch Induktion allgemein geltende Schlüsse. Diese geistige Verwertung ruht auf einer sicher gewonnenen Erfahrung, die ihrerseits, wie wir vorhin gesehen haben, nur durch zuverlässiges Beobachten und Experimentieren erreichbar ist. Folglich ist das Ziehen von allgemein geltenden Schlüssen ohne Apparate in der experimentellen Phonetik in der größten Mehrzahl der Fälle unmöglich.

Untersuchungstechnik.

Nach Kenntnisnahme der Hauptgrundsätze der phonetischen Forschungsmethode kann nun zur Technik derselben, d. h. zur Behandlung derjenigen Mittel, die für die Untersuchung und Messung phonetischer Erscheinungen dienen, sowie zur Besprechung der Fragen der Versuchspersonen und der Kriteria übergegangen werden.

Mittel.

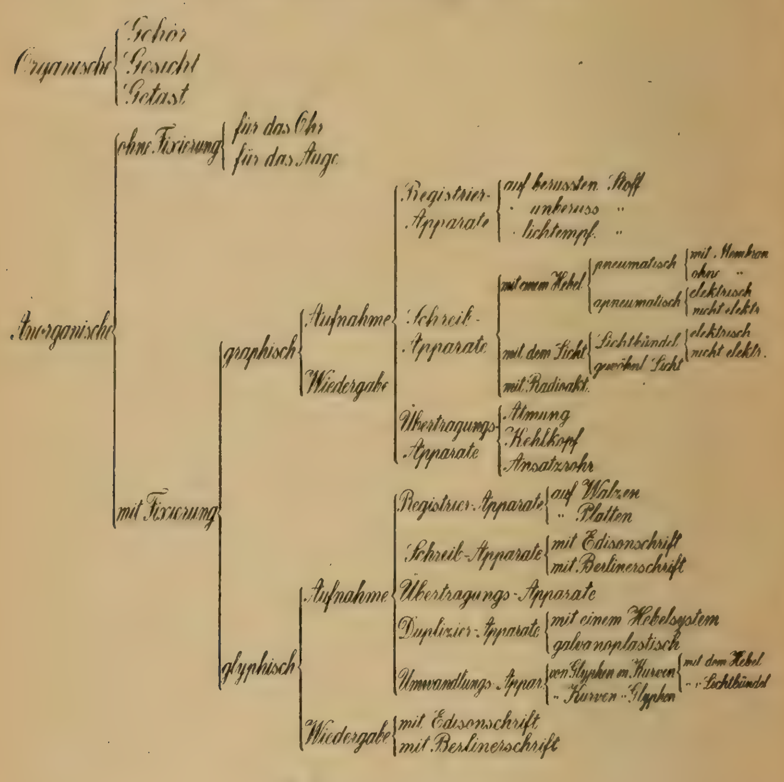
Nach P.-C. (Vox 1919, 205) werden diese Mittel folgenderweise eingeteilt:

I. Untersuchungsmittel:
   1. Organische,
   2. Anorganische,
      a) ohne Fixierung,
      b) mit Fixierung.

II. Meßmittel:
   1. Allgemeine,
   2. Speziell phonetische.

Es enthalten a und b von I, 2 Prinzip und Eigenschaften der Apparate; Abteilung II gibt den Weg an, wie derartige Eigenschaften sowie die Ergebnisse der Untersuchungen

Untersuchungsmittel



Messmittel

Allgemeine

Speziell phonetische

- *für die Zeit*
  - *elektrisch*
  - *nicht elektrisch*
- *für die Kontrolle bezw. Korrektur der*
  - *Registrier-Apparate*
  - *Schreib- "*
  - *Umwandlungs "*
- *für die Ergebnisse*
  - *Graphiken*
  - *Glyphen*

festgestellt, geprüft, gemessen und verwertet werden (vgl. Übersichtstabelle auf S. 16).

Es kann sich in der nachfolgenden Besprechung nur um eine allgemeine Würdigung handeln. Überall galt hier der Grundsatz, nicht sämtliche, sondern nur diejenigen Untersuchungs- und Meßmittel anzuführen, die eine langjährige Prüfung erfolgreich bestanden haben und sich heute noch bewähren.

Organische Untersuchungsmittel.

Im allgemeinen.

Die organischen Untersuchungsmittel der Phonetik sind: das Gehör, das Gesicht und das Getast.

Der Phonetiker sieht in ihnen Werkzeuge, über deren Leistungsfähigkeit er ebenso genau unterrichtet sein muß, wie über die anderen Bestandteile seines Instrumentariums; erst dann kann festgestellt werden, inwieweit sie für wissenschaftlich phonetische Untersuchungen in Betracht kommen.

Die Psychologen haben die Frage der Leistungsfähigkeit der Sinne eingehend untersucht. Gutzmann weist aber mit Recht darauf hin, daß die experimentelle Psychologie immer mit möglichst einfachen Versuchsbedingungen dahin arbeitet, daß die Ergebnisse möglichst genau und miteinander leicht vergleichbar werden; sie prüft das Gehör mit einfachen Tönen oder einfachsten Geräuschen, prüft das Auge mit Helligkeitsunterschieden oder Farben, die Tastempfindungen an möglichst eng umschriebenen Reizpunkten. Derartige Untersuchungen, so wichtig sie an und für sich sein mögen, haben für uns Phonetiker nur einen beschränkten Wert, weil unser Erkenntnisgegenstand Stimme und Laute sind; diese also sind als Reiz zu verwerten, wenn wir wissen wollen, was obige drei Sinne normaliter

in der phonetischen Forschung aufzunehmen imstande sind. Aber — wie Gutzmann besonders betont — sind diese Reize im Gegensatz zu den üblichen der experimentellen Psychologie sehr kompliziert, so daß auch die Versuchsbedingungen notgedrungen komplizierter werden müssen.

Von obigem besonderen phonetischen Standpunkt aus betrachtet, ist leider unser heutiges Wissen über diesen Gegenstand recht gering. Dank Gutzmann aber kennen wir wenigstens die Grundlagen, auf denen derartige im phonetischen Sinne gehaltene Untersuchungen aufzubauen sind.

Bei der näheren Würdigung der Sinne drängen sich dem Phonetiker sofort zwei Hauptfragen auf:

1. wie schnell,
2. wie genau arbeiten sie?

Im besonderen.

Das Gehör.

Die Schnelligkeit, mit der das Gehör bei der Apperzeption von phonetischen Erscheinungen arbeitet, hat meines Wissens Gianfranceschi (ReAcLc, fmn 1914, XXIII, 704) als einziger festgestellt, indem er die zur Wiedererkennung eines Vokals nötige Normaldauer untersuchte. Er bediente sich des Differentialunterbrechers nach Blaserna, sowie eines Mikrophons, wodurch die Reize auf ein Telephon übertragen wurden. Er konnte verschiedene Vokale auf der Tonhöhe c (129 d. Schw.) in $^1/_{108}$ Sek. bei einer Schwingungszahl gleich 2 wiedererkennen.

Wie genau das Gehör Laute aufnimmt, hat am anregendsten Gutzmann (1906 und ZAgPsy 1908, I, 483) erforscht. Er nahm Untersuchungsreihen an 4—6 (?) Vpn mit sinnlosen Lautgruppen (Scheinworten) vor: 1. am Telephon, 2. im Freien, 3. beim Diktat, 4. am Phonographen und stellte dabei fest, daß zahlreiche Lautvertauschungen er-

folgten, sowie daß allerlei in die sinnlosen Lautgruppen hineingehört wurde, mit anderen Worten, anstatt zu hören, strebten dieVpn danach, zu raten, zu verstehen. Gutzmann erklärt das wie folgt: Bei Benutzung von Scheinworten wird die Kombination so mächtig angeregt, daß der Hörende auch wider seinen Willen stets dazu gelangt, diejenigen Worte, die seiner gesamten Gedankenwelt, seiner jeweiligen Konstellation der Vorstellungen zunächst liegen, an die Stelle der gehörten, sinnlosen Silbenfolge zu setzen, sie in ihnen zu hören.

Gutzmann hebt (ZAgPsy 1908, I, 483 und Sphk 1912, 138) den großen Wert des Phonographen bei derartigen Untersuchungen hervor. Der phonetische Reiz bleibt in all seinen Faktoren: Klangfarbe, Höhe, Stärke und Dauer, stets derselbe, und dadurch sind die erzielten Ergebnisse untereinander vergleichbar.

Dieser Anregung folgend, machte P.-C. zwei Grammophonaufnahmen mit 50 Reizen, von denen 29 sinnlos und 21 sinnhaft waren; einige bestanden aus einzelnen Lauten, andere aus Lautgruppen. Er ließ die Platten von 100 normal hörenden Personen abhören und kam (PSB 1918, X, 240) u. a. zu folgenden Schlüssen: 1. Von 50 Reizen ist nur ein Drittel richtig angegeben worden. 2. Die 21 sinnhaften Reize sind mit 64,5% richtig, 31,5% falsch und 4% nicht angegeben worden. Die 29 sinnlosen Reize sind nur zu 43% richtig, 48% falsch und 9% nicht angegeben worden. Falsche und nicht erfolgte Angaben sind demnach zahlreicher bei den sinnlosen als bei den sinnhaften Reizen. 3. Von 662 falschen Angaben sinnhafter Reize sind ca. 429 (64,7%) sinnhaft und ca. 233 (35,3%) sinnlos; von 1387 falschen Angaben sinnloser Reize sind ca. 548 (40%) sinnhaft und ca. 839 (60%) sinnlos. Lautvertauschungen und Gutzmanns „eklektische Kombination“ kamen also auch hier vor.

Inwieweit und in welcher Weise das Ohr die Tonhöhe der Sprache aufnimmt, ist von Peters (Vox 1914, 30) und Heinitz (Vox 1916, 81) gezeigt worden. Peters übertrug eine Grammophonplatte auf das Kymographion, maß deren Tonhöhe und verglich sie mit Tonhöhenaufzeichnungen, die von einem anderen Beobachter von derselben Platte, aber nach dem Gehör gewonnen worden waren. Heinitz gab nach dem Gehör den Inhalt einer Grammophonplatte in Noten an und verglich sie mit der objektiv (wie oben bei Peters) gewonnenen Tonhöhendarstellung derselben Platte. Beide Autoren stellen fest, daß das Gehör nicht den völligen Verlauf, sondern nur einzelne Punkte der Höhe wahrnimmt, und zwar auch hier individuell verschieden.

Das Gesicht.

Wie schnell das Gesicht für phonetische Zwecke arbeitet, ist meines Wissens noch nie untersucht worden. Was das Gesicht von den sprachlichen Bewegungen verfolgen kann, hat Gutzmann erschöpfend dargestellt. Dabei sind schon von diesen Bewegungen selbst natürliche Grenzen gezogen, denn nur diejenigen Bewegungen sind wahrzunehmen, die äußerlich leicht sichtbar sind. Gutzmann unterscheidet drei Beobachtungsstellen: 1. am Unterkiefer, 2. an den Weichteilen der Wangen und Lippen, 3. am Mundboden. Dabei aber kommt einer ganzen Anzahl von Lauten dieselbe Stellung, ja dieselbe Bewegung zu.

Wie genau die Beobachtung von sprachlichen Bewegungen durch das Gesicht erfolgt, hat Gutzmann (ZAgPsy 1908, I, 483) bei der näheren Untersuchung eines Ertaubten, der eine geradezu phänomenale Ablesefähigkeit besaß, mittels sinnloser Lautgruppen (Scheinworten) festgestellt. Erstens vertauschte die Vp, die sonst jedes Wort auch bei einer flott geführten Unterhaltung richtig auffaßte, fort-

während *b*, *p*, *m* — *d*, *t*, *n* — *g*, *k*, *ng* — *f*, *w* usw. Zweitens zeigte die Vp, obwohl sie den Zweck der Probe genau kannte und bei den Versuchen stets daran erinnert wurde, eine geradezu unbezwingbare Neigung zur Kombination, die erst ganz allmählich unterdrückt werden konnte. Also auch hier war das Bestreben zu raten, zu verstehen, anstatt zu sehen.

Das Getast.

Das Wort selbst ist von Gutzmann gebildet; das gewöhnlich gebrauchte Wort „Gefühl“ möchte er — wie bei den Psychologen üblich — bei wissenschaftlichen Auseinandersetzungen für die Gefühlstöne der Empfindungen und Vorstellungen vorbehalten sehen.

Nach Gutzmann wird das Getast in zweifacher Weise angewandt.

Die erste Art beruht auf der Benutzung von Lage-, Gelenk-, Druck- und Bewegungsempfindungen der Hand und der Phonationsorgane selbst. Leider sind diese Empfindungen nicht gleichmäßig fein bei den verschiedenen Organen.

Die zweite Art besteht in der Feststellung der Vibrationen. Daß man durch Anlegen der Hand an den Kopf oder an die Nase oder an den Kehlkopf oder an das Brustbein usw. den durch die Stimmvibration hervorgerufenen Fremitus fühlen kann, ist von alters her bekannt. Inwieweit aber das Getast diesen Fremitus wahrnimmt, ist zum ersten Male von Gutzmann (DMeWs 1902, 323 und 340) untersucht worden. Er stellt die Frage: Wie weit ist der Mensch dazu imstande, die menschliche Stimme nur durch das Tastgefühl in ihren Vibrationen aufzufassen, diese Vibrationen voneinander zu unterscheiden nach ihrer Stärke und ihrer Frequenz, nach ihrer Aufeinanderfolge, ihrem Wechsel? Zur Beantwortung dieser Frage bedient er sich einer sinnreichen Apparatur, die (MoSphk 1909, 225) aus elektrisch

betriebenen Stimmgabeln, einem Umschalter und einer Fingerpelotte besteht. Gutzmann stellt fest (MoSphk 1909, 225 und Sphk 1912, 60), daß man von *A* bis e^1 bei verschiedenen Tonintensitäten einen ganzen Ton durch das Vibrationsgefühl des Fingers bestimmt unterscheiden kann.

Anorganische Untersuchungsmittel.

a) Vorrichtungen zur Untersuchung ohne Fixierung.

Diese Vorrichtungen unterstützen zwar nur vorübergehend die Sinne, sind aber trotzdem sehr wertvoll, weil sie deren Leistungsfähigkeit erweitern bzw. Untersuchungen ermöglichen, die ohne sie überhaupt nicht vorgenommen werden könnten.

Für das Ohr sind folgende Mittel zu erwähnen: die Resonatoren entweder nach Helmholtz oder nach König zur Analyse der Klangfarbe, und zwar zum Heraushören der Teiltöne. Demselben Zweck dienen auch die Stimmgabeln mit den Resonatoren; ferner die Anwendung der Stimmgabeln nach dem Verfahren von Wheatstone: die Vp stellt den Mund auf einen bestimmten Laut ein und hält eine Stimmgabel vor die Mundöffnung; die Stimmgabel, deren Schwingungszahl sich am meisten dem Eigenton des Lautes nähert, hört sich am stärksten an. Die Interferenzröhren, besonders nach dem Modell von Stumpf (SbAcW 1918, 333), eignen sich zur Dämpfung und Kennzeichnung der Teiltöne bei der Untersuchung der Klangfarbe.

Das Auge unterstützen verschiedene Apparate:

Atmung. Am Röntgenschirm sind die Bewegungen des Zwerchfells, allerdings nur mittelbar und zwar durch den Leberschatten, zu verfolgen.

Kehlkopf. Was die Untersuchung der Bewegungen im Inneren des Kehlkopfes anbetrifft, so findet das Auge eine

vielseitige und belehrende Unterstützung in der Anwendung eines entweder durch ein Spiegelchen oder durch ein Prismensystem in den Kehlkopf der Vp eingeführten Lichtbündels. Unter Laryngoskopie (laryngoscopia indirecta) versteht man noch heute das Verfahren nach Garcia: die Lichtstrahlen der Sonne oder einer Lampe werden durch einen Stirn(hohl)spiegel gesammelt und gegen ein rundes, ca. 20—28 mm breites Spiegelchen geworfen, das an einem Stiel in einem Winkel von ca. 130° angebracht ist. Man hält das Spiegelchen über dem Kehlkopf, belichtet das Innere des Schlundes und des Kehlkopfes und beobachtet in dieser Weise die Bewegungen des Kehldeckels, der Taschenbänder, der Stellknorpel, der Stimmbänder usw. Hegener hat (PSB 1909, III, 222) das Problem, dieses monokulare Beobachtungsverfahren zu einem binokularen zu gestalten, sehr praktisch gelöst und dadurch ein plastisches, den natürlichen Tiefenverhältnissen entsprechendes Sehen ermöglicht. Bei der Laryngoskopie entstehen aber durch eine Berührung zwischen dem Laryngoskop und einem der Teile des Ansatzrohres leicht Würgreflexe, die übrigens oft auch rein psychogen ausgelöst werden; der Spiegel beschlägt nach kurzer Zeit; mit herausgestreckter Zunge ist die phonetische Tätigkeit stark beeinträchtigt und begrenzt, und außerdem sieht man das laryngoskopische Bild verkehrt! Deshalb bedeutet die von Hays 1909 erfundene Endoskopie für Kehlkopf und Schlund (vgl. über die ganze Frage der Endoskopie in der experimentellen Phonetik P.-C., ZLR 1913, VI, 437) gerade für unsere Wissenschaft einen großen Fortschritt. Flatau hat nach dem Haysschen ein brauchbares Endoskop herstellen lassen, das aus einer schmalen, an jedem Ende ein Prisma enthaltenden Röhre besteht. Zwischen den Prismen befinden sich drei Linsen. Durch dieses optische System ist es möglich, im Gegensatz zur gewöhnlichen La-

ryngoskopie das Innere des Kehlkopfes aufrecht zu sehen. Später hat Flatau sein Endoskop auch zur Stereoskopie eingerichtet (Vox 1914, 149).

Aber auch mit Hilfe der Laryngoskopie und der Endoskopie kann das Auge nicht alle Bewegungen im Kehlkopf verfolgen, denn die Gesichtsempfindungen des Menschen verlaufen verhältnismäßig langsam. Zwei Lichteindrücke, die sich mit einer als $^1/_7{}''$ kürzeren Zwischenzeit folgen, werden von dem Auge nicht mehr als getrennt wahrgenommen. Damit das Auge imstande ist, den Bewegungen der Stimmbänder zu folgen, von denen die langsamsten normaliter mindestens in $^1/_{81}{}''$ erfolgen, greift man zur Stroboskopie, wobei entweder das Objekt dauernd beleuchtet und zwischen Auge und Objekt eine als Lichtunterbrecher dienende und mit Schlitzen versehene, rotierende Scheibe aufgestellt wird, oder das Objekt selbst intermittierend beleuchtet wird. Das Bild belebt sich, die früher starr aussehenden Stimmlippen bewegen sich. Hegener (Vox 1914, 1) hat die Stroboskopie zur größten Vollendung gebracht. Das sinnreiche und wertvolle Turbostroboskop nach Wethlo (Vox 1915, 271) ist an ein Endoskop nach Flatau angebaut.

Eine besondere Gruppe bilden die zur Selbstuntersuchung bestimmten Instrumente. Gutzmann (ZKrpf 1898, Aprilheft) und Wethlo (Sm 1909, IV, 255) haben Vorrichtungen zur Autolaryngoskopie beschrieben, bei denen das Bild gleichzeitig von einer zweiten Person beobachtet werden kann. Die Autoendoskopie ermöglichen die Instrumente von Wright (1911) und Prochowski (1912). Durch das auf dem Prinzip der Endoskopie beruhende Autophonoskop von P.-C. (ZLR 1913, VI, 437, worin auch Wright und Prochowski erwähnt sind) wird die gleichzeitige Selbst-und Fremdbesichtigung des Kehlkopfes erreicht.

Eine Ermöglichung der Messung der Stimmlippenlänge

am Lebenden findet das Auge in dem von Musehold erfundenen Verfahren. Dem Laryngoskop gesellt sich ein astronomisches Fernrohr hinzu.

Die Bewegungen des ganzen Kehlkopfes sind am Röntgenschirm gut zu verfolgen.

Ansatzrohr. Der Röntgenschirm gestattet, besonders wenn die Bewegungen mit gesenktem Unterkiefer oder in einem zahnlosen Munde erfolgen, die Beobachtung sämtlicher Bewegungen allein oder in Zusammenhang mit denen des Kehlkopfes. Bewegungen sind am Röntgenschirm viel besser zu verfolgen als Stellungen.

b) Vorrichtungen zur Untersuchung mit Fixierung.

Diese Vorrichtungen unterstützen dauernd die Sinne, indem sie die phonetischen Erscheinungen aufschreiben.

Sie lassen sich in zwei große Familien[1]) einteilen, je nachdem sie auf oder in den Stoff schreiben. Danach heißen sie graphisch bzw. glyphisch.

In jeder der beiden Familien wird zwischen Apparaten, die die Erscheinungen aufschreiben (Aufnahmeapparate), und Apparaten, die die aufgenommenen Erscheinungen wiedergeben (Wiedergabeapparate), streng unterschieden.

Graphische Aufnahmeapparate.

Die Hauptvorrichtung ist eigentlich diejenige, die die Vorgänge aufschreibt. Das Schreiben erfolgt aber erst, nachdem einerseits die Vorgänge der Schreibvorrichtung vermittelt worden sind, und wenn andererseits eine Schreibfläche vorhanden ist.

[1]) Ausdrücke wie Familie, Gattung, Sektion usw. sind nicht willkürlich gewählt, sondern der Terminologie der Botaniker und Zoologen entnommen und werden in derselben Reihenfolge benutzt: Abteilung, Klasse, Ordnung, Familie, Stamm, Gattung, Sektion, Art, Varietät, Form.

Danach ergeben sich von selbst drei Gattungen von Apparaten, je nachdem sie zum Registrieren, Schreiben oder Übertragen dienen.

Registrierapparate.

Ein Registrierapparat besteht aus einer bewegenden Kraft und einer bewegten Fläche.

Die bewegende Kraft hat einen genauen Gang aufzuweisen. Welcher von den heutigen Apparaten, die entweder mit einem fallenden Gewicht, mit einem elektrischen Motor oder mit einer gespannten Feder angetrieben werden, am genausten arbeitet, ist nach Garten, Frank und Streim (Vox 1915, 1) noch unbestimmt.

Die bewegte Fläche ist gebogen oder eben; wenn gebogen, hat sie die Form einer Trommel. Als ebene Fläche kommt sie in der modernen phonetischen Technik nur in Form einer photographischen Platte oder eines Kinofilms in Betracht.

Die dem Registrierapparat übermittelten phonetischen Bewegungen werden auf berußte, unberußte oder lichtempfindliche Stoffe aufgeschrieben. Man benutzt entweder kurze Streifen, Platten usw. oder meterlanges sog. endloses Papier in Form von Rollen; die Länge richtet sich nach dem Zweck der Aufnahme. Zum Fixieren der beschriebenen Rußstreifen dient eine Schellacklösung.

Schreibapparate.

Ein Schreibapparat muß möglichst naturgetreue Aufzeichnungen der ihm anvertrauten Vorgänge liefern. Eine sich nach dem Zwecke richtende Empfindlichkeit ist also seine Haupteigenschaft.

Der Schreibapparate gibt es verschiedene Sektionen.

1. Die mit einem Hebel versehenen Vorrichtungen arbeiten entweder pneumatisch oder apneumatisch.

Bei den pneumatischen Hebelschreibapparaten werden die Vorgänge dem Hebel durch Luft übermittelt. Wird eine Membran angewandt, so besteht der Schreibapparat aus einer Metallpfanne mit einem je nach dem Zweck variierenden Durchmesser und mit einer in ihrer Mitte mündenden Röhre. Die Pfanne ist mit einer Membran überzogen, deren Beschaffenheit und Spannung sich nach den aufzunehmenden Vorgängen richtet; die Membran kann auch in der Form eines Blasebalges der Pfanne aufgesetzt sein, wie z. B. beim Atemvolumenmesser von Wethlo (vgl. hierüber Gutzmann, PSB 1909, III, 233 und MeK 1910, 939). Es kann aber auf eine Membran verzichtet und der Hebel auf einem anderen Stoffe angebracht werden, wie z. B. bei Aufnahmen mit Hilfe eines H_2O- oder Hg-Manometers. Der Hebel ist auf einem schwimmenden Körper befestigt und verfolgt sämtliche Schwankungen der sich hin und her bewegenden Flüssigkeit; ein derartiges Verfahren eignet sich nur zum Aufschreiben von langsamen Bewegungen, wie z. B. der Atmung.

Apneumatisch lassen sich phonetische Vorgänge elektrisch aufschreiben, indem man z. B. ein Telephon mit einem Hebel versieht. Auf nichtelektrischem Wege kann man das apneumatische Verfahren dadurch anwenden, daß der Schreibhebel direkt in Berührung mit dem zu untersuchenden Organ kommt; wir haben dann die Verschmelzung eines Schreibapparates mit einer Übertragungsvorrichtung, wie z. B. beim Labiographen von E. A. Meyer. So groß die Vorzüge des apneumatischen Verfahrens, prinzipiell betrachtet, sind, so lassen sich dieselben in praxi schwer ausnutzen. Das Schreibtelephon verlangt einerseits eine genaue, zeitraubende, schwer zu treffende Justierung, andererseits ist die Güte der Aufnahmen meistens von unberechenbaren Zufällen abhängig. Das apneumatische,

nichtelektrische Verfahren hat sich besser bewährt; es läßt sich aber eigentlich nur bei groben Bewegungen verwenden.

Die Brauchbarkeit eines materiellen Hebels, seine ideale Beschaffenheit hat Frank mathematisch und experimentell untersucht. Nach ihm ist ein möglichst leichter und kurzer Hebel der geeignetste.

2. Die mit dem Lichte arbeitenden Schreibapparate eignen sich insbesondere bei Untersuchungen von sehr schnellen Vorgängen (z. B. hohen Frequenzen), für die eine übergroße Empfindlichkeit nötig ist. Das Licht können wir in Form eines Lichtstrahles anwenden. Die bekanntesten Verfahren auf diesem Gebiete sind die von Weiß und Struycken.

Weiß benutzt eine Seifenlamelle, in deren Zentrum das eine Ende eines winklig gebogenen, versilberten Glasfadens eingesetzt wird, während das andere Ende des Fadens an einem besonderen Träger befestigt ist. Die Schwingungen der Membran werden auf den Glashebel übertragen, der mit seinen Bewegungen den Lichtstrahl unterbricht. Dieser von Weiß „Phonoskop“ benannte Schreibapparat zeigt noch auf 10 m Entfernung leise gesprochene Vokale an und reagiert auf die Flüstersprache.

Ein anderes Verfahren der Anwendung des Lichtstrahles besteht im Grunde darin, daß ein kleines Spiegelchen an einer Membran derartig angebracht ist, daß es sämtliche Bewegungen dieser Membran mitmacht. Fällt nun der möglichst dünne und starke Lichtstrahl auf das Spiegelchen, so wird er zurückgeworfen und auf einem Registrierapparat aufgefangen. Je nachdem das Spiegelchen auf einem elektrischen Apparat (z. B. Telephon, Oszillographen, Galvanometer usw.) oder auf einer anderen Vorrichtung angebracht ist, unterscheidet man noch zwischen elektrischen und nichtelektrischen Lichtschreibapparaten. Heute kommen die elektrischen nicht mehr in Betracht, weil der Eigenton

der Membran störend wirkt, sich allzuleicht Lissajoussche Figuren zeigen, und außerdem der Einfluß des Stromkreises allzu groß ist. Das bekannteste Modell von nichtelektrischen Lichtschreibapparaten ist das von Struycken, der zwei parallele Membranen benutzt, welche zusammenwirkend ihre schwingenden Bewegungen auf ein kleines Spiegelchen übertragen und dieses in Rotationsschwingungen versetzen. Mit diesem Schreibapparat konnte Struycken bis 15000 Schwingungen in der Sekunde photographisch festlegen.

Mit dem gewöhnlichen Licht schreiben z. B. ein gewöhnlicher photographischer Apparat, eine Stereokamera, ein Kinematograph phonetische Erscheinungen auf; als eigentliche Schreibvorrichtung dient das Objektiv.

3. In die Sektion der mit Radioaktivität arbeitenden Schreibapparate gehören die Röntgenröhren. Man verlangt von ihnen eine nicht allzu große Härte, weil sonst die Weichteile, wie z. B. Kehlkopf, Zunge usw., sich nicht genug von den Knochenteilen abheben und das Bild wertlos ist.

Übertragungsapparate.

Die Übertragungsapparate haben vor allen Dingen die Phonationsorgane möglichst wenig zu behindern.

Atmung.

Bewegungen. Es werden hierfür die Pneumographen benutzt, die, je nach ihrem Bau, positiv oder negativ aufzeichnen. Der heute in Deutschland meistens benutzte Gürtelpneumograph von Gutzmann besteht aus einem an beiden Enden zugeklebten Gummischlauch, der auf einem Gürtel befestigt ist. Eine kleine Röhre in der Mitte überträgt die Druckschwankungen auf eine Schreibkapsel. Wenn sich der Brustkasten bei der Einatmung ausdehnt, wird die in dem Pneumographen befindliche Luft in die Schreibkapsel gestoßen und deren Hebel geht hoch; bei der Aus-

atmung hört der Druck auf, der Pneumograph erweitert sich wieder, der Hebel der Schreibkapsel fällt herunter. Die Bewegungen der Atmung kommen also auf diesem Wege in positiver Weise zum Ausdruck, weil einer Hebung des Brustkastens eine Hebung des Hebels entspricht und umgekehrt.

Andere Pneumographen (Paul Bert, Marey) geben ein negatives Bild der Atmung, weil sich ihre Membranen bei der Einatmung dehnen, ein vermindertes Luftvolumen verursachen und den Hebel der Schreibkapsel nach unten ziehen; bei der Ausatmung gehen die Membranen wieder zusammen und der Hebel hebt sich.

Alle Pneumographen geben eine einseitige Auskunft, denn sie unterrichten nur im allgemeinen über die Veränderung des Umfanges eines Querschnittes und beengen mehr oder weniger die Vp beim Atmen; trotzdem sind sie mit der nötigen Vorsicht und Kritik unentbehrlich. Gutzmann und Flatau (Vh3ItLRKg 1911, I, 1) haben die Pneumographen ausgeschaltet, bestimmte Stellen des Atmungsapparates mit dem Dermatographenstift bezeichnet, die atmende Vp kinematographisch aufgenommen und die in der Bewegung der einzelnen Stellen stattfindende Konturenverschiebung als Ordinaten in gleichen Abständen bezeichnet und ihre Endpunkte verbunden. Gutzmann hebt hervor, auf diese Weise sehr genaue Atembewegungskurven ohne zwischengeschaltete Übertragungsapparate erzielt zu haben; derartige Aufnahmen empfehlen sich auch deswegen, weil sie komplexe Bewegungen eines Organs für sich oder mehrerer Organe gleichzeitig aufzeichnen.

Richtung, Volumen, Druck und Geschwindigkeit. Die Übertragung besorgen, je nachdem, ein Mundtrichter oder eine Nasenolive oder eine Maske nach Wethlo, die für Mund und Nase paßt.

Form. Die Übertragung durch einen Mundtrichter oder

eine Nasenolive erfolgt bei geschlossener bzw. freier Luftzufuhr. Im ersten Fall ist bei der Zuführung keinerlei Verbindung mit der Außenluft; die Atmung ist auf dem Wege vom Übertragungs- zum Schreibapparat im Verbindungsschlauch eingeschlossen. Im zweiten Falle ist an irgendeiner Stelle dieser Apparatur eine Öffnung angebracht. Die freie Zuführung bezweckt eine Vermeidung der Luftstauung. Weiter dient zur Untersuchung der Form des Atemstroms das Rauchverfahren, wie es z. B. in der letzten Zeit von Thooris angewandt wurde.

Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Das Laryngoskop überträgt das Bild auf einen photographischen Apparat (Musehold), eine Stereokamera (Hegener 1914 u. 20), P.-C. (1920) oder einen Kinematographen [Chevroton und Vlès (1913), Hegener und P.-C. (1913), P.-C. (1920)], je nachdem direkt oder durch die Scheibe des Stroboskops. Die durch die schnellen Bewegungen der Stimmbänder verursachten Schwingungen des tönenden Luftstromes, die auch mit dem Finger, am besten am Schildknorpel, fühlbar sind, werden durch eine mit Gummi überzogene Kapsel auf sehr empfindliche Schreibvorrichtungen, die Kehltonschreiber (vgl. hierüber P.-C., ZLR 1914, VII, 339) genannt werden, übertragen.

Bewegungen des ganzen Kehlkopfes. Unter den pneumatischen Übertragungsapparaten für die Bewegungen des ganzen Kehlkopfes ist der Laryngograph von Gutzmann (Vox 1914, 61), grundsätzlich betrachtet, der beste, denn er entbehrt jeglicher Membran und arbeitet nur mit pistonartigen Vorrichtungen; außerdem wird er wie eine Brille auf die Nase gestützt, so daß die Vp sich nicht gegen ein Stativ zu lehnen braucht und ängstlich jede Bewegung mit dem Kopfe zu vermeiden hat. Trotz dieser Vorzüge

haften auch ihm praktisch die den Laryngographen gemeinsamen unvermeidlichen Fehler an: derartige Apparate reagieren nur auf grobe Bewegungen und gleiten sehr leicht von der Untersuchungsstelle herab, sind daher wenig zuverlässig. Bedeutend brauchbarer sind zu dem Zwecke die Röntgenstrahlen (vgl. z. B. P.-C., Vox 1919, 170), sowie die von Gutzmann und Flatau (Vh3ItLRKg 1911, I, 1) angewandte Kinematographie beim Mann im Profil, weil, ohne irgendeine Belastung des Organs, gleichzeitig sämtliche Bewegungen des Kehlkopfes und anderer Organe aufgenommen werden können.

Ansatzrohr.

Für das Ansatzrohr gilt ganz besonders der Grundsatz, daß die Übertragungsapparate die Bewegungen möglichst wenig behindern sollen. Gallé verlangt, daß die Übertragung von außen und nicht vom Mundinnern aus geschieht. Gutzmann weist ausdrücklich darauf hin, daß, sowie man über den „Zaun der Zähne“ in das Innere des Mundes gelangt, man den Einflüssen der Reflexe, die selbst bei gut eingeübten Vpn mehr oder weniger hindern können, ausgesetzt ist. In der modernen Technik werden derartige für das Innere des Mundes bestimmte Vorrichtungen nicht mehr verwandt.

Aus diesen Gründen wird in diesem Buche der „Zaun der Zähne“ nicht überschritten, und es werden alle Vorrichtungen, die dazu bestimmt sind, in den Mund gesteckt zu werden, nicht berücksichtigt, der künstliche Gaumen ausgenommen.

Für die vertikalen Bewegungen der Lippen ist der Vorzug den Labiographen von E. A. Meyer bzw. Poirot zu geben, die aus zwei Hebeln bestehen und auch als Schreibapparate dienen. Betreffs des Unterkiefers gibt Gutzmann dem Apparat von Zwaardemaker und Poirot dem von Eÿk-

mann den Vorrang. Die Zungenbewegungen werden direkt auf den künstlichen Gaumen übertragen, wodurch mittels Nachzeichnens oder Photographierens (Chlumský, RvPh 1914, 46) Bilder in der horizontalen Ebene erzielt werden; die Plastopalatographie von E. A. Meyer (FschWV 1910, 166) stellt die Zungentätigkeit nach dem Sagittalschnitt der Mundhöhle dar. Für die Übertragung der Muskelspannung des Mundbodens hat Eÿkmann (Vox 1914, 11) ein Kissen angefertigt, das infolge einer einfachen Eichung die Spannung in Gramm angibt. Die Bewegungen des Velums werden heute auf dem Kymographion, trotz der ihr anhaftenden Unzulänglichkeit, nur nach der indirekten Methode von Rosapelly untersucht. Obige Bewegungen und außerdem die horizontalen Bewegungen der Lippen und des Unterkiefers werden schneller, angenehmer, sicherer und zwar alle zusammen gleichzeitig für sich oder mit denen des Kehlkopfes durch die Röntgenstrahlen übertragen. Scheier hat als erster bewiesen, daß ohne die Vp im geringsten belästigende Hilfsmittel (Wismutbrei, Bleiplättchen usw.), sondern nur durch extra starke Belastung von besonders geeigneten Röhren die Röntgenstrahlen imstande sind, in zuverlässiger Weise die Bewegungen der einzelnen Teile des Ansatzrohres zu übertragen. Manche dieser Bewegungen allein oder zusammen sind auch von vorn und im Profil direkt auf das Objektiv eines photographischen Apparates oder eines Kinematographen (z. B. Flatau, Sm 1913/14, VIII, 257) übertragbar. Für einzelne Phasen eignet sich allerdings am besten die Stereographie, weil sie allein die Wirklichkeit zeigt; aber auch der Kinematograph bietet zahlreiche Vorzüge (vgl. hierüber P.-C., Vox 1920, 1).

Graphische Wiedergabeapparate.

Die vorhin beschriebenen graphischen Aufnahmeapparate fixieren die Vorgänge zu analytischen Zwecken; die graphi-

schen Wiedergabeapparate ermöglichen eine beliebig oft wiederholbare Synthese der fixierten Vorgänge.

Derartige für das Ohr bestimmte Vorrichtungen sind verhältnismäßig zahlreich: z. B. der Resonatorensatz nach Helmholtz, die Sirenen von König, Hermann, Scripture, Marage, Schaefer und Abraham, Weiß, der Film nach Lifchitz, die aus isolierten und partialtonfreien Pfeifen bestehende Pfeifenorgel nach Stumpf (SbAcW 1918, 333) usw. Die Bemühungen dieser Forscher sind nur teilweise von Erfolg gewesen; einige Vokale lassen sich mehr oder weniger leicht wiederherstellen und vom Zuhörer, besonders wenn dieser weiß, um was es sich handelt, wiedererkennen; manche anderen dagegen, insbesondere *i*, haben bisher jeden Syntheseversuch vereitelt. Da die Herstellung eines wirklich leistungsfähigen Wiedergabeapparates nach dem Prinzip der graphischen Aufzeichnung auch weitere Kreise interessiert, weil sie u. a. synchronische Aufnahmen mit dem Kinematographen und die Begründung eines neuen Industriezweiges (Konkurrenz gegen die glyphischen Wiedergabeapparate, vulgo Sprechmaschinen) ermöglichen würde, so haben sich mit der Lösung dieses Problems auch viele Techniker und Dilettanten beschäftigt. Es liegt keine Veranlassung vor, all diese Erfindungen hier zu erwähnen, zumal der größte Teil davon geradezu phantastisch ist. Die Verzeichnisse der Patentklasse 42g (Patente und Gebrauchsmuster des D. P.) geben ausführliche Auskunft darüber. Jedenfalls steht es leider fest, daß bis heute trotz aller Versuche zur Lösung dieser Frage noch keine auf dem Prinzip der graphischen Registrierung ruhende Wiedergabevorrichtung für das Ohr besteht, die den glyphischen Wiedergabeapparaten auch nur im entferntesten an die Seite zu stellen wäre.

Für das Auge verfügen wir dagegen über eine ausgezeichnete, auf dem Prinzip der graphischen Aufnahme ruhende Wiedergabevorrichtung. Das ist der Kinematograph.

Glyphische Aufnahmeapparate.

Es gelten hier dieselben Anführungen wie für die graphischen Aufnahmeapparate (vgl. S. 25). Hinzu kommen noch die zur Vervielfältigung einer Aufnahme (Duplizierapparate), oder zur Umwandlung der Glyphen in Kurven und umgekehrt (Umwandlungsapparate) bestimmten Vorrichtungen.

Registrierapparate.

Die glyphischen Registrierapparate bestehen wie die graphischen aus einer bewegenden Kraft und aus einer bewegten Fläche.

Über die bewegende Kraft gilt das S. 26 Gesagte. Alle besseren sog. Präzisionsregistrierapparate werden mit einem fallenden Gewicht angetrieben; nur als Reiseapparate haben sie einen Federmotor, weil dieser leichter ist.

Die bewegte Fläche ist auch hier gebogen oder eben. Im ersten Falle hat sie die Form eines Konus, im zweiten die eines runden Tellers.

Die übliche Geschwindigkeit eines Konus beträgt 160 Umdrehungen in der Minute; nur bei Aufnahmen, die nicht zur Wiedergabe, sondern zur Umwandlung oder zur Mikroskopie bestimmt sind, wird eine größere oder geringere Geschwindigkeit angewandt. Die Drehungsgeschwindigkeit eines Tellers richtet sich nach der Art des Schreibapparates.

Es wird nur auf Wachswalzen oder -platten registriert. Eine Zinkplatte, die mit Wachs überzogen sein und nach der Aufnahme geätzt werden soll — wie es sogar noch in modernen Büchern steht —, kommt in der heutigen Technik nicht mehr in Betracht. Das für einen Konus bestimmte Wachs hat die Form einer ca. 108 bzw. 155 mm langen

Rolle (Walze); für einen Teller hat es die Form einer ca. 25 mm dicken, ca. 290—320 mm im Durchmesser haltenden und ca. 1,650—2,130 kg schweren Platte. Jedenfalls darf ein gutes Wachs nicht spröde, weder zu hart noch zu weich, und muß ferner richtig gegossen sein (also keine Löcher aufweisen), eine peinlichst ebenmäßig abgeschliffene Fläche besitzen und beim Aufnehmen keine einzelnen kurzen Wachsspäne, sondern einen langen Faden hergeben.

Schreibapparate.

Wie die graphischen müssen auch die glyphischen Schreibapparate die verschiedenen Tonerreger naturgetreu aufzeichnen.

Sie lassen sich auf einen prinzipiell gleichen Formtypus zurückführen: eine Metallpfanne, die mit einer Membran versehen ist, und in deren Mitte eine Röhre mündet. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Metallpfanne am besten aus Aluminium besteht, einen Durchmesser von ca. 50 mm aufweist, und daß eine aus gewöhnlichem, ca. 0,25 mm dickem Uhrenglas bestehende Membran die befriedigendsten Ergebnisse liefert. An der Membran ist der Saphirschreibstift angebracht.

Ist der Stift zylindrisch und plötzlich glatt abgebrochen, so nimmt die Schreibkapsel eine liegende Stellung ein. Die gegen die Membran geführten Schallschwingungen pflanzen sich auf dem Stift fort, der Vertiefungen und Erhöhungen in das Wachs einritzen wird. Die glyphische Aufzeichnung heißt Edisonschrift nach ihrem Erfinder Edison; man wendet sie auf Walzen und Platten an; jene haben dann bei der Aufnahme eine Drehungsgeschwindigkeit von 160 in der Minute, diese eine von 90—95 in der Minute. Weiter hat die Edisonschrift auf Walzen 100 bzw. 200, auf Platten dagegen (nach Pathé) nur 80 Gänge auf den (engl.) Zoll. Die

Edisonschrift verlangt kein allzu weiches Wachs, dessen innere Temperatur ungefähr der des Zimmers entsprechen muß (18—20° C).

Endigt dagegen der Stift in eine überaus feine Spitze, so nimmt die Schreibkapsel eine senkrechte Stellung ein, und der Stift ritzt, sich seitlich bewegend, scharfe und zierliche sinusoide Schwingungen in das Wachs hinein. Eine derartige Aufzeichnung heißt Berliner-Schrift nach ihrem Erfinder Berliner; sie wird nur auf Platten angewandt, die bei der Aufnahme eine Drehungsgeschwindigkeit von 78—80 in der Minute haben. Das Wachs ist weicher als für die Edisonschrift und muß eine innere gleichmäßige Temperatur von 25—27° C haben.

Welche Schrift die bessere ist, läßt sich noch nicht sagen. Es fehlen hierüber systematische und objektive Untersuchungen. Jedenfalls kann sogar das bloße Gehör feststellen, daß beide Schriften bestimmte Klänge (insbesondere manche Laute) überhaupt nicht oder nur ungenügend aufnehmen. Scripture hebt hervor, daß infolge des verschiedenen Widerstandes des Stiftes, der bald tiefere, bald flachere Glyphen einritzt, asymmetrische Kurven entstehen müssen. Nach Goldhammer (AnPsk 1910, XXXIII, 192), der diese Frage der schwingenden Membrane mathematisch erörtert hat, müssen die durch Phonograph und Grammophon aufgenommenen Klänge physikalisch im allgemeinen durchaus verzerrt sein. Auch Struycken (Vh3ItLRKg 1911, I, 31 und II, 32) hebt die für wissenschaftliche Zwecke recht mißliche Unempfindlichkeit beider Schriften hervor.

Übertragungsapparate.

Diese bestehen lediglich aus Trichtern, deren Form, Größe und Stoff sich je nach dem aufzunehmenden Tonerreger ändern. Die Tonquelle bestimmt auch die Stellung vor und die Entfernung von dem Trichter.

Duplizierapparate.

Diese haben die Aufgabe, eine Originalaufnahme zu vervielfältigen.

Hierzu gibt es Vorrichtungen, die aus einem Hebelsystem bestehen, dessen eines mit einem stumpfen Stift versehenes Ende die Glyphen der Originalaufnahme verfolgt, während das andere mit einem schneidenden Stift versehene Ende alle durch das sog. Hebelsystem übertragenen Bewegungen in das noch nicht beschriebene Wachs einritzt; z. B. die Dupliziermaschine nach Edison und nach Lioret für kleine Wachswalzen, die Hauserschen Modelle des Wiener Phonogramm-Archivs, um Walzen auf Platten (8. BPAK 1906) oder Platten auf Walzen (16. BPAK 1908) zu duplizieren, sowie das von Pathé Frères angewandte Verfahren von der Walze auf die Platte gehören zu dieser Art von Duplizierungen. Den wissenschaftlichen Wert der Duplizierapparate überhaupt haben Rousselot (RvPh 1911, 224) und Poirot (RvPh 1913, 376) gelegentlich des Duplikateurs von Rosset (RchEx 1911) erörtert.

Für die Aufbewahrung und für Massenvervielfältigung einer Originalaufnahme werden heute obige Duplziervorrichtungen nicht mehr gebraucht, sondern wird nur das Matrizieren auf galvanoplastischem Wege angewandt. Von einer **Wachswalze** gewinnt man eine Kupfermatrize durch vorheriges Graphitieren und durch ein galvanoplastisches Bad. Die so erhaltene Matrize kommt in einen zylindrischen Behälter, und in die Matrize wird eine Hartgußmasse gegossen, die nach Erstarrung herausgezogen wird. Eine beschriebene **Wachsplatte** wird auch graphitiert und in ein galvanoplastisches Bad getaucht, wodurch eine Kupfermatrize gewonnen wird. Aus dieser gewinnt man wiederum ein zweites Galvano, das auch matriziert wird. Von dieser letzten Matrize erhält man durch Pressen unter starkem

Druck Abzüge auf eine Masse, die sich aus Lack, Kachel, fein geschnittener Watte und anderen Bestandteilen zusammensetzt. Die erste Matrize behält man für den Fall, daß die zweite Matrize verloren geht oder durch das wiederholte Stanzen unbrauchbar wird.

Umwandlungsapparate.

Die eine Sektion dieser Vorrichtungen wandelt Glyphen in Kurven um; diese sind anschaulicher und leichter ausmeßbar als jene. Vier Arten werden unterschieden, je nachdem die Umwandlung durch einen Hebel, ein Lichtbündel, pneumatisch oder elektrisch erfolgt.

Der Hebel hat an einem Ende einen die Glyphen leicht berührenden und doch in diese genau hineinpassenden Stift und am anderen Ende eine Schreibspitze. Durch das Drehen des Phonogramms verfolgt der Stift den Verlauf der Furchen; dadurch gerät der Hebel in Bewegung und schreibt auf das berußte Papier das Bild der Glyphen in Form von Perioden um. Der von Lioret gebaute und für die Edisonschrift auf Walzen bestimmte Lioretgraph ist der vollkommenste Umwandlungsapparat dieser Art (Chlumský, 1914, AExKPh 214). Das Wiener Phonogramm-Archiv besitzt ein Modell nach Hauser, verbessert nach Bendorf und Hoech (1911, 24. BPAK) für Edisonschrift auf Platten; Scripture hat sich u. a. auch eines 1906 in seiner endgültigen Gestalt beschriebenen Umwandlungsapparates für Berliner-Schrift bedient.

Anstatt mit einem Hebel, kann die Umwandlungsvorrichtung mit einem Stift versehen sein, der die Glyphen wie oben verfolgt und seine Bewegungen auf ein Spiegelchen überträgt. Ein dünner Lichtstrahl fällt auf das Spiegelchen und wird von diesem auf den Registrierapparat geworfen. Die schärfsten und schönsten Kurven auf diesem Wege gewann Hermann durch Edisonschrift auf

Walzen. Auch der Lioretgraph kann übrigens mit einem Lichtbündel arbeiten.

Verbindet man eine Wiedergabeschalldose mit einer Schreibkapsel durch einen Gummischlauch, oder werden die Schallwellen eines glyphischen Wiedergabeapparates gegen ein Mikrophon geführt und auf eine elektrische Schreibvorrichtung übertragen, so erfolgt (Peters, Vox 1913, 261) ebenfalls eine Umwandlung der Glyphen in Kurven. Peters hat (Vox 1916, 121) das pneumatische Verfahren unter Anwendung ein und desselben Antriebes sowie einer herabgesetzten Drehungsgeschwindigkeit für Phonogramm und Trommel technisch am einfachsten und am glücklichsten gelöst. Diese zwei Umwandlungsarten sind aber grob und eignen sich höchstens für Höhe und Dauer; von ihnen ist übrigens die elektrische schon ausgeschieden, weil sie zeitraubend und unzuverlässig ist.

Die Vorrichtungen der zweiten Sektion dienen dazu, Kurven in Glyphen umzuwandeln. Nur Scripture und (nach Poirot) Hauser haben sich um die Lösung dieses Problems bemüht, wodurch das Abhören von jeder beliebigen Kurve ermöglicht wäre.

Ein derartiges Wiederabhören von Kurven kann in viel einfacherer Weise erreicht werden, wenn man nach Rousselot mit der graphischen gleichzeitig eine glyphische Aufnahme macht. Chlumský (RvPh 1912, 213) hat die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens wissenschaftlich erörtert.

Glyphische Wiedergabeapparate.

Die Wiedergabeapparate für glyphische Aufnahmen sind bei weitem vollendeter als die für graphische Aufnahmen, weil sich die Industrie ihrer bemächtigt hat und sie für ihre praktischen Erwerbszwecke ausbeutet. Da in der letzten Zeit beinahe sämtliche für den Handel bestimmten Auf-

nahmen auf Platten gemacht oder auf Platten übertragen werden, so sind die Walzenapparate immer mehr zurückgegangen und behaupten sich nur noch als Diktierphonographen.

Meistens haben alle diese Apparate als bewegende Kraft ein Uhrwerk, selten einen elektrischen Motor.

Die Wiedergabeapparate mit Edisonschrift (Phonographen) werden mit Walzen oder mit Platten ausgestattet. Im ersten Fall treibt der Motor einen Konus, auf den die Walze gesteckt wird. Die Wiedergabeschalldose liegt dabei immer wagerecht und ist im ganzen wie die Aufnahmeschalldose gebaut; sie ist nur schwerer und trägt einen kugeligen, stumpfen Saphirstift anstatt eines schneidenden. Im zweiten Fall treibt ein Motor einen Teller; die Schalldose kann dabei stehen oder liegen.

Alle Wiedergabeapparate mit Berliner-Schrift (Grammophone) sind mit Plattentellern ausgestattet. Die Schalldose steht hier immer senkrecht und ist mit einer Stahlnadel versehen; diese greift die Platte an, wird aber selbst durch die Reibung stumpf und muß daher möglichst oft erneuert werden.

Diese Wiedergabeapparate haben als Verstärkungsvorrichtung einen Trichter von einer durch die Erfahrung heute endgültig bestimmten Gestalt. Der Trichter ist meistens aus Blech, sonst auch aus Holz. Das Blech verleiht dem Klang etwas Metallenes, Scharfes, dafür ist die Wiedergabe kräftig; das Holz gestaltet zwar die Wiedergabe angenehmer, wirkt aber dämpfend auf sie. Die dem Stoff des Trichters mancherseits angedichtete, etwaige Fehler und Schwächen der Aufnahme verbessernde Wirkung ist eine Ausgeburt der Unwissenheit oder der Einbildung.

Die Güte und Zuverlässigkeit der Wiedergabe sind noch nicht objektiv und wissenschaftlich untersucht worden.

Daß dem menschlichen Ohr — trotz der S. 37 erwähnten Mißstände — eine Klangwiedergabe durch den Phonographen und das Grammophon oft doch vollkommen erscheint, erklärt Goldhammer (AnPsk 1910, XXXIII, 192) wie folgt: Zwei Klänge mit einer vollkommen verschiedenen physikalischen Klangfarbe können unter gewissen, zur Zeit noch nicht genügend bekannten Bedingungen durch das Gehör als Klänge von gleicher physiologischer Klangfarbe wahrgenommen werden. Auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchungen von Phonographenglyphen schließt Stefanini (AIORL 1911, XXII, H. 6 u. XXIII, H. 1), daß dem menschlichen Ohr nur einige Elemente eines Lautes genügen, um diesen wiederherzustellen, und daß also das Ohr einen Laut eher errät als genau analysiert. Eine Bestätigung hierfür findet Stefanini in der Tatsache, daß, wenn wir aus weiter Ferne ein Prosastück oder ein Lied hören, deren Text uns unbekannt ist, wir selten die Worte, geschweige denn die Laute verstehen; falls wir aber den Text gut kennen, nehmen wir Worte und Laute klar und deutlich wahr.

Meßmittel.

Von den allgemeinen Meßmitteln werden nur diejenigen berücksichtigt, die einen besonderen Wert für die Phonetik aufweisen. Die übrigen, auch die, die eigentlich mehr Zeichen- als Meßvorrichtungen sind, werden als bekannt vorausgesetzt. Die im besonderen phonetischen Meßmittel kommen für die Zeit, für die Kontrolle bzw. Korrektur der Tätigkeit der fixierenden Apparate und für die Ergebnisse — Graphiken und Glyphen — in Betracht.

Trotz eines den größten Ansprüchen genügenden Meßapparates bleibt die durch die messende Person verursachte und auch durch die Übung schwer auszuschaltende Mög-

lichkeit eines subjektiven Fehlers bestehen. Dieser persönliche Meßfehler wird festgestellt und kontrolliert durch wiederholtes Nachmessen derselben Kurvenstrecke durch eine oder mehrere Personen. Zum ersten Male hat Streim (Vox 1915, 1) diesen Gegenstand für phonetische Zwecke untersucht.

Allgemeine Meßmittel.

Einen besonderen Wert für die Phonetik haben Rechenmaschinen oder Rechenschieber bzw. -tabellen und Logarithmentafeln zur Erleichterung von Massenberechnungen, Millimeterplatten bzw. Meßtische für die Messung von Ordinaten und Abszissen, Präzisionspantographen (die aber in keiner Weise die Photographie ersetzen) für die Verkleinerung oder Vergrößerung von Kurven, Präzisionsplanimeter für die Messung von Flächen, und endlich Millimeter-, Polarkoordinaten- bzw. Logarithmenpapier für die graphische Darstellung.

Speziell phonetische Meßmittel.

a) Für die Zeit.

Jede phonetische Tätigkeit ist eine Funktion der Zeit. Der Wert der Vorrichtungen, denen bei der graphischen oder glyphischen Fixierung von phonetischen Vorgängen die Darstellung der Zeit obliegt, bedarf also keiner näheren Begründung. Derartige Apparate heißen Chronographen und haben in ihrer Frequenz (Anzahl der Schwingungen in der Sekunde) die größte Genauigkeit aufzuweisen.

Die geringste in der Phonetik in Betracht kommende Frequenz eines Chronographen beträgt eine volle (doppelte) Schwingung in der Sekunde; betreffs der höchsten Frequenz gibt es in der Theorie keine Grenze. Die Frequenz richtet sich nach der dem Zweck der Aufnahme ent-

sprechenden Mantelgeschwindigkeit des Registrierapparates, und zwar nimmt die Frequenz mit der Mantelgeschwindigkeit direkt zu.

Chronographen können elektrisch oder nichtelektrisch betrieben werden.

Die einfachste Form eines nichtelektrischen Chronographen für graphische Aufnahmen ist eine wagerecht gehaltene Stahlfeder, an deren freiem Ende ein kleines Gewicht angebracht ist. Durch einen Stoß pendelt die Feder hin und her; ein kurz vor ihrem Drehpunkt sie berührender Schreibhebel folgt getreu diesen Bewegungen und schreibt sie auf. Die Länge der Feder bestimmt die Frequenz; ein gewisses Maß darf sie aber nicht überschreiten, weil die Feder sonst, wenn zu kurz, entweder die Schwingungen nicht ausreichend lange beibehält oder überhaupt nicht in Schwingungen versetzt werden kann; innerhalb einer Frequenz von 1—25 d. Schw. leisten Federn gute Dienste.

Im Bau zwar feiner, aber in den Leistungen nicht so vielseitig wie die Feder ist das Chronometer nach Jaquet. Es ist eine Uhr, die jede Sekunde (bzw. durch Verstellen eines kleinen Schiebers $^1/_5''$) einen Schreibhebel hochhebt.

Ist eine höhere Frequenz als $^1/_5''$ notwendig, so muß man zu einer mit einer Schreibspitze versehenen und durch Anschlag zum Schwingen gebrachten Stimmgabel greifen.

Die elektrischen Chronographen sind meistens Stimmgabeln, die durch einen Elektromagnet in Schwingung versetzt und beliebig lange gehalten werden und, da mit einer Schreibspitze versehen, die Schwingungen direkt aufschreiben. Bei phonetischen Aufnahmen von männlichen Vpn reicht eine Frequenz von 100 d. Schw. meistens aus; bei Frauen oder Kindern greift man zu einer Stimmgabel von 500 d. Schw., obwohl eine zu 100 in vielen Fällen genügt. Der Federunterbrecher nach Bernstein bietet den

Vorzug, durch ein und denselben Apparat die Frequenz (5, 10, 20, 25, 50, 100, 250 d. Schw. pro Sek.) ändern zu können. An einem Magnet, unter dem eine Stahlfeder schwingt, ist ein Quecksilbergefäß angebracht, in welches ein Platinstift von der Feder herübergleitet. Durch einen schwachen Strom (2 Volt) werden die Schwingungen der Feder auf eine Schreibvorrichtung übertragen.

Nichtelektrische Chronographen eignen sich am besten für ganz langsame Bewegungen, wie z. B. die der Atmung, und die elektrischen für schnellere, wie z. B. die der Stimme.

Daß der elektrische Antrieb die Schwingungszahl einer Stimmgabel beeinflußt, war nach Kielhauser bereits vor ca. 40 Jahren bekannt. Umfangreiche vom phonetischen Standpunkt aus angestellte Versuche fehlen noch; auch Streim (Vox 1915, 1) hat diese Frage nur vorübergehend berührt. Nach Streims vorläufigen Feststellungen bei einer Mantelgeschwindigkeit des Kymographions von 30 Sek. cm ist der Mittelwert der graphisch dargestellten Frequenz einer angeschlagenen Stimmgabel von $^1/_{100}''$ konstant (2,9 mm), dagegen der einer elektrisch betriebenen Stimmgabel schwankend (2,9—3,0 mm).

Jedenfalls sind die elektrischen Chronographen unentbehrlich, besonders da, wo eine hohe Frequenz eine Zeitlang ununterbrochen verlangt wird.

Besondere Chronographen für glyphische Aufnahmen gibt es eigentlich nicht. Struycken (Vox 1914, 178) empfiehlt Stimmgabeln, die aber bei niedriger Frequenz am zweckmäßigsten durch einen Resonator verstärkt werden. Es kommen auch für manche Zwecke Stimmpfeifen in Betracht, deren Schwingungszahl bei Aufnahmen, die ausgemessen werden sollen, am praktischsten 100 d. Schw. — wie z. B. die Stimmpfeife von Lioret — beträgt.

b) Für die Kontrolle bzw. Korrektur der fixierenden Apparate.

Bei einem Registrierapparat ist vor allem die Drehungsgeschwindigkeit festzustellen, indem mit Hilfe einer Sekundenuhr oder eines Tourenzählers die Drehungen einer Trommel in einer Minute gezählt werden. Eine genaue Feststellung ermöglicht nur die graphische Aufnahme eines Chronographen. Die Abszissenlänge der einzelnen Chronographenschwingungen multipliziert mit der Frequenz des Chronographen ergibt die Drehungsgeschwindigkeit der Trommel in Sek. cm.

Sehr wichtig ist die Genauigkeit der Drehungsgeschwindigkeit. Zum ersten Male hat Streim (Vox 1915, 1) vom Standpunkt der Phonetik aus diesen Gegenstand eingehend untersucht und unter Verwendung einer elektrischen Stimmgabel von 100 d. Schw. an einem Zimmermannschen Kymographion mit Federmotor festgestellt, daß unter 15400 d. Schw. eine Schwankung von 2700 bis 3100 μ = ca. ± 7 d. Schw. pro Sekunde stattfindet. Suddard hat (EsFt 1917, 51) ähnliche Untersuchungen mit derselben Stimmgabel von Streim an einem Montalbettischen Kymographion vorgenommen. Unter anderem stellte er innerhalb 51 Schwingungen eine Schwankung von 1755 bis 2215 μ = ca. +79 — 126 d. Schw. pro Sekunde fest.

Die Genauigkeit der Drehung der Trommel wird von manchen Forschern ein für allemal festgestellt und dann nur von Zeit zu Zeit geprüft. Sie kann auch bei jeder Benutzung von neuem festgestellt werden, indem man vor oder am Ende der Registrierung eine chronographische Aufnahme macht. Die zuverlässigste Nachprüfung der Genauigkeit bietet aber das gleichzeitige Aufschreiben der Zeit und der phonetischen Erscheinungen.

Ein dritter Punkt, und zwar eine etwaige Achsenverschiebung, wird u. a. von der Festigkeit der Schreibfläche bedingt. Das kommt allerdings nur bei Apparaten in Betracht, die mit der sog. Heringschen Schleife versehen sind. Die Vorrichtungen nach Gutzmann (ALR 1913, XXVII, 59) bzw. P.-C. (Streim, Vox 1916, 168) dienen zur Beseitigung dieser Achsenverschiebung beim Lioretgraphen. Eine Achsenverschiebung läßt sich übrigens auch konstruktiv oder rechnerisch verbessern (vgl. auch Schreibapparate).

Die erste bei manchen Schreibapparaten vorzunehmende Korrektur betrifft den Hebel. Die von ihm beschriebenen Kreisbögen stellen krumme Ordinaten dar, die zum Zweck der Ausmessung in gerade umgewandelt werden müssen. Die krummen Ordinaten kann man durch die gerade Führung des Hebels, wie z. B. beim Atemvolumenmesser nach Wethlo oder bei Anwendung von Schreibmanometern, vermeiden. Ist man aber auf die Bogenschrift angewiesen, so stehen verschiedene Wege zur Änderung der krummen Ordinaten in gerade zur Verfügung. In dem Falle, daß immer ein und derselbe Hebel sowie Tintenschrift benutzt werden, kann man auf einem Papierstreifen lauter Ordinaten aufdrucken, die der Länge des Hebels entsprechen und als Grundlage für die spätere Ausmessung dienen. Auf berußten Streifen wird die Korrektur von krummen Ordinaten entweder durch Berechnung oder durch Konstruktion vorgenommen. Diesem Verfahren haftet aber eine gewisse Ungenauigkeit an, weil nur selten eine genügend große Anzahl von Punkten auf einer Kurve berücksichtigt werden kann. Bequemer sind Kurvenkorrektoren, z. B. nach Wethlo (MoSphk 1911, 264) oder nach P.-C.-Schneider (Vox 1919, 202), weil sie die ganze Kurve korrigieren. Ein ebenso einfaches wie zuverlässiges Mittel besteht in der Kreisbogen-

schablone nach P.-C. (Vox 1919, 202); sie wird nachstehend (S. 49) besprochen.

Die Spannung einer elastischen Membran ändert sich mit der Zeit oder nach dem Apparat oder durch das erneute Überziehen. Die Ausmessung und Vergleichung von Ordinatenwerten, die entweder von einer und derselben Kapsel in verschiedenen Zeitabschnitten oder von mehreren Kapseln gleichzeitig gewonnen wurden, macht daher die Eichung der Spannung einer Membran nötig. Zu dem Zwecke werden die betreffenden Schreibapparate noch vor der Aufnahme gemeinsam durch ein T-Rohr mit einem Hg-Manometer und einem Gummiball oder einem sonstigen Druckluftsystem verbunden; an Hand des Manometers wird der Druck im Schreibkapselsystem gradweise gesteigert. Diese stufenweise Zunahme des Druckes wird durch den Hebel an der Trommel als treppenförmiger Aufbau registriert. Die Eichung, zweckentsprechend entweder in Millimetern oder nach größeren Maßstäben erfolgend, wird dann zur Ausmessung der Ordinatengröße angewendet. Heinitz (Vox 1919, 157) hat einen Generalabakus verfaßt, der die Eichung einer Membran erheblich vereinfacht.

Ein dritter wichtiger Punkt ist der ebensowohl bei graphischen wie bei glyphischen Aufnahmen in Betracht kommende Eigenton des Schreibapparates. Er hängt hauptsächlich von der Membran ab, die mit jedem Ton schwingt. Je ausgedehnter das Schwingungsgebiet, desto geeigneter ist eine Membran; sie darf aber dabei nicht einige bestimmte Schwingungen bevorzugen, mit anderen Worten, sie darf keinen Eigenton haben. Diese Bedingung wird eigentlich nie erfüllt; jede Membran entstellt also die Schwingungen, was Rousselot sowie auch Stefanini (Vox 1913, 177) an Membranen aus verschiedenen Stoffen bewiesen haben. Poirot gibt praktische Winke für die Wahl geeigneter Membranen.

Die bereits oben erwähnte Achsenverschiebung kann auch durch ein Sichverrücken des Schreibapparates bedingt sein, das sich heute allerdings nur bei Umwandlungsapparaten, wie z. B. dem Lioretgraphen, bemerkbar macht. Wenn die Fläche der Walze nicht gleichmäßig abgeschliffen ist, dann bewegt sich der ganze Hebel, und es erfolgt eine Achsenverschiebung der zu erhaltenden Kurve. Diese Korrektur kann rechnerisch bzw. konstruktiv erfolgen.

Benutzt man mehrere Schreibkapseln zusammen, so müssen sie so geordnet sein, daß sie ihre Tätigkeit auch auf ein und derselben Ordinatenachse beginnen. Da dies in praxi selten erreicht wird, so ist noch vor der Aufnahme die asynchronische Anordnung der Schreibkapseln durch Ausschläge auf der Nullinie jedes Schreibhebels zu kennzeichnen, um dann durch Zirkelmessung die synchronischen Punkte auf den verschiedenen Kurven festzustellen. Dem gleichen Zweck dient das Merkzeichenverfahren nach Lortet. P.-C. und Schneider (Vox 1919, 202) haben einen Synchronisator hergestellt, der die Feststellung der synchronischen Punkte erleichtert und vereinfacht.

Eine ebenso einfache wie zweckmäßige Vorrichtung zur Umwandlung der krummen Ordinaten in gerade, zur Feststellung der verschiedenen Spannungsverhältnisse der Membran, sowie der synchronischen Punkte ist die Kreisbogenschablone nach P.-C. (Vox 1919, 202); alle diese Operationen lassen sich mit einem Schlage ausführen.

Was den Übertragungsapparat betrifft, so ist in erster Linie der auch bei den Schreibapparaten erwähnte Eigenton in Erwägung (Goldhammer, AnPsk 1910, XXXIII, 192) zu ziehen. Die Apparatur besteht meistens aus einem Trichter oder einer Maske in Verbindung mit Gummischläuchen, Metallröhren usw. und bildet einen Resonator, der manche Töne bevorzugen kann. Der Eigenton des

Trichters ist durch Anblasen, Antönen und Perkussion festzustellen. Die Rolle der als Verbindungsstück dienenden Gummischläuche hat Stefanini (Vox 1913, 177) untersucht.

Um von dem Schallfänger durch das Verbindungsstück bis zum Schreibapparat zu gelangen, ist eine gewisse Zeit nötig, die man als Latenzzeit bezeichnet. Nach Marey beträgt diese Latenzzeit zwischen dem Augenblicke des Zustandekommens der Erscheinung und dem der Aufzeichnung unter Verwendung eines Gummischlauches von 1 m Länge und 4 mm innerem Durchmesser $^{1}/_{280}''$. Nach E. A. Meyer (BtDMk 1897) schwankt sie bei seinen Untersuchungen von 0,8—1,5″ und beträgt im gesamten Durchschnitt 1,5″. Die Latenzzeit ist ein gewichtiger Faktor bei synchronischen Aufnahmen; die Länge der Verbindungsstücke muß dabei berücksichtigt werden.

Die Frage der Kontrolle bzw. Korrektur der Kymographien, Schreibhebel, mancher Übertragungsapparate u. ä. hat Frank mathematisch und experimentell ausführlich erörtert.

c) Für die Ergebnisse.

Graphiken.

Genetisch. Betreffs der Atembewegungen hat Streim (Vox 1919, 1) gezeigt, wie sie in modernem Sinne bearbeitet und durch Zahlen dargestellt werden; im Anschluß daran hat P.-C. (Vox 1919, 180) diese Zahlen in einer Formel zusammengefaßt. Für die Messung des Atemvolumens hat Gutzmann (PSB 1909, III, 233) eine Formel gegeben; das totale Atemvolumen kann auch aus der Geschwindigkeit oder aus dem Druck oder auch aus dem Durchschnittsvolumen (dem „débit“ der Franzosen, von Poirot durch „Strömung“ ins Deutsche übersetzt) ermittelt werden.

Das Durchschnittsvolumen läßt sich aus dem totalen Volumen oder aus der Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit aus dem totalen Volumen oder durch eine Eichung der speziellen zur Untersuchung benutzten Apparate, der Druck aus der Volumenkurve nach Eichung des betreffenden Apparates messen. Für die Messung und graphische Darstellung der an der Fiocreschen Rauchröhre untersuchten Atemform gibt Thooris einen einfachen Weg an.

Für die Ausmessung des Grades und des Ortes der Stimme auf den durch einen Kehltonschreiber am Kymographion fixierten Schwingungen steht das Einheitsmaß (Phonoposoto- und topometrie nach P.-C., Vox 1919, 18) bzw. der Dauerzirkel nach Schneider (Vox 1920, 30) zur Verfügung. Betreffs der Bewegungen der Zunge gegen den Gaumen ermöglicht die Palatogrammetrie nach P.-C. (Vox 1918, 172) die berührte Fläche numerisch auszudrücken. Die Photogrammetrie von Bewegungen oder Bewegungsphasen darstellenden Kinofilmen, Photographien, Radiographien usw. hat bis heute in der Phonetik nicht genügende Berücksichtigung gefunden. Man hat sich meistens mit der Besprechung begnügt. Gutzmann und Flatau (Vh3It-LRKg 1911, I, 1) haben kinematographische Atmungsaufnahmen (vgl. S. 30) gemessen; Chevroton und Vlès (CtRdAcSc 1913, 949) nahmen auf ihren Kinofilmen auch Messungen der Stimmbänder vor, aber, wie die Verfasser selber sagen, haben sie nur scheinbare Größen gemessen. P.-C. (Vox 1919, 170) macht die Ausmessungen bekannt, die er auf Röntgenpolygrammen ausführte und die wirkliche absolute Größen darstellen.

G e n n e m i s c h. Eine gennemische Klangfarbenkurve wird durch die Fouriersche Reihe, die unter Berücksichtigung der Phonetik Poirot mathematisch und in der letzten Zeit Lamla (AExKPh 1913, 36) erörtert haben, analysiert.

Ist die Kurve zu klein, so muß sie zum Ziehen der Ordinaten vergrößert werden, was am besten durch die Photographie geschieht; in manchen Ausnahmefällen bedient man sich dazu der Konstruktion oder eines Präzisionspantographen. Der Ordinatentisch nach Gutzmann (ALR 1913, XXVII, 49), der hauptsächlich für die am Lioretgraphen gewonnenen Kurven bestimmt ist, bezweckt bei einigermaßen genügender Größe die Berücksichtigung der Bogenschrift. Je größer die Zahl der zur Ausführung der Analyse nötigen Ordinaten, um so genauer die Ausmessung; man kommt aber meistens mit 40 und bei einfachen Perioden unter Umständen sogar mit weniger Ordinaten aus. Jedenfalls würde eine numerische Berechnung recht viel Zeit in Anspruch nehmen, daher bieten schon die Hermannschen Schablonen eine willkommene Hilfe.

Nach Ausführung der Analyse werden die unharmonischen Obertöne nach der Schwerpunktsmethode von Hermann festgestellt; Scripture hat diese Methode erweitert. Struycken (Vox 1914, 169) fertigte einen Abakus an zur richtigen Deutung der physiologischen Tonstärke der Teiltöne. Außer Hermann brachten Vereinfachungen in der Analyse Roudet, Poirot, Verner und Zwaardemaker. Eine noch weitere Vereinfachung der Analyse erfolgt durch einen Analysator, wie z. B. den von O. Mader (Poirot, RvPh 1913, 279 und Struycken, AExKPh 1914, 355). Durch die Methode der Proportionalausmessung, ja noch einfacher bei den Kurven von *i* und *e* durch die Auszählungsmethode will Hermann entsprechend seiner Formantenhypothese den charakteristischen Ton ohne vollständige Analyse der Kurve entnehmen können.

Zur schnellen Orientierung über die Tonhöhe genügt es, festzustellen, wieviele Schwingungen eines Punktes oder einer Strecke der Stimmaufnahme innerhalb einer beliebi-

gen Anzahl Schwingungen des Chronographen enthalten sind. Viel genauer ist das Messen des Abszissenwertes jeder einzelnen Schwingung unter dem Mikroskop und die Umrechnung dieser Werte auf Grund der chronographischen Aufnahme, die unbedingt streng synchronisch mit der Stimmaufnahme erfolgen muß, zu logarithmischen Schwingungsgrößen. Mit einer Ersparnis von 80% Zeit wird die Tonhöhe durch den Kurvenmeßapparat von E. A. Meyer (MoSphk 1911, 227), verbessert von Schneider (Vox 1913, 152 und 193), festgestellt, der den Abszissenwert als Ordinatenwert unter gleichzeitiger Logarithmierung sofort aufzeichnet und nicht allein den Verlauf, sondern auch die absolute Tonhöhe der Tonhöhenkurven angibt. Diese letztere läßt sich übrigens durch die Tonhöhenschablone von Schneider (Vox 1913, 160 und 199) spielend leicht feststellen. Der Verlauf einer am Meyer-Schneiderschen Apparat erhaltenen Tonhöhenkurve, die eine bestimmte Länge überschreitet, ist meistens schwer zu deuten, die Kurve ist zu flach, und die Unterschiede zwischen den Intervallen verwischen sich. Eine Verkleinerung der ganzen Kurve auf photographischem Wege oder im schlimmsten Falle durch den Pantographen würde dieselben Fehler in verkleinertem Maße aufweisen. Nur durch die Reduzierung der Abszissenachse unter gleichzeitigem Bestehenbleiben der Ordinatenachse ist es möglich, eine zusammengedrängte, daher leichter wahrzunehmende und sicherer zu deutende Kurve zu erzielen. Das erreicht man entweder durch einen Reduktionszirkel, oder durch das besondere Papier nach Forchhammer (Vox 1914, 151), oder am bequemsten durch den Reduktor nach W. E. Peters (Vox 1916, 176), der, auf dem Prinzip des Pantographen beruhend, die Tätigkeit des Schenkels für die Verkleinerung der Ordinatenachse ausschaltet.

Die Dauer stellt man auf Grund des chronographischen Maßstabes und eines Zirkels fest. Die so erzielten rohen, absoluten Werte sind in manchen Fällen, z. B. in Lautgruppen, nicht zu verwenden: sie sind nicht vergleichbar, weil die Dauer eines Lautes stets im Verhältnis zu der der Lautgruppe steht. Sämtliche Berechnungen sind dann auf eine bestimmte Einheitsgröße zu reduzieren. Dazu dient das Graßsche Verfahren (Vox 1920, 37) oder der Dauerzirkel nach Schneider (Vox 1920, 30).

Meßverfahren für die absolute Stärke fehlen, weil es noch kein Mittel zur Untersuchung dieser phonetischen Eigenschaft gibt (vgl. S. 92).

Glyphen.

Zur direkten Ausmessung von Glyphen in bezug auf Klangfarbe, Höhe und Dauer dient das Boekesche Mikroskop, das aber heutzutage durch die Umwandlungsapparate (z. B. Lioretgraph), die mit einer verblüffenden Leichtigkeit die Glyphen in Kurven umwandeln, beinahe überflüssig geworden ist.

Für die Stärke gilt dieselbe Bemerkung wie bei den Graphiken.

Versuchspersonen.

Ebensowenig wie sich ein Physiologe Versuchspersonen aus einer Klinik für innere Krankheiten holt, oder ein Psychologe sich für seine Untersuchungen Leute aus einer Irrenheilanstalt aussuchen wird, oder notorische Neurastheniker für seine Zwecke verwendet, ebensowenig wird der Experimentalphonetiker Personen benutzen, die stimm- oder sprachkrank sind. Weiter achtet der Experimentalphonetiker darauf, daß die Vp ruhig, nicht allzu leicht beeinflußbar ist und außerdem die Gabe besitzt, sich naiv dem Versuch hinzugeben, ohne viel nachzugrübeln und

nachhelfen zu wollen. Der Versuchsleiter kann übrigens der Vp die Aufgabe erleichtern, indem er ihr in keiner Weise Zweck und Ziel des Versuches auseinandersetzt, sondern sie in ruhiger, freundlicher Weise bittet, die in Frage kommenden Reize herzugeben, — falls die Vp nicht begreift — große Geduld und Formenbeherrschung zeigt, sowie durch geeignete Beispiele der Vp das Gewollte erklärt. Nur in seltenen Fällen muß die Vp über den Zweck der Untersuchungen unterrichtet werden. Merkt man, daß die Vp keine Anteilnahme zeigt oder große Neigung hat, die Sache von der komischen Seite aufzufassen, oder auch trotz aller ihrer Anstrengungen nicht begreifen kann, worauf es ankommt, so wird sie am besten entlassen. Werden farbige Eingeborene als Vpn verwendet, so muß man doppelt vorsichtig sein und versuchen, sich erst über Sitten und Gebräuche des Volkes, dem die betreffende Vp angehört, zu unterrichten. Mit Mohammedanern sei man besonders rücksichtsvoll, weil diesen die Religion verbietet, sich innerlich untersuchen zu lassen. Eine Untersuchung z. B. mit Röntgenstrahlen kommt bei derartigen Vpn selten zur Ausführung.

Die Frage, ob für phonetische Versuche entweder Berufsredner, z. B. Schauspieler, Sänger, Taubstummen- oder Sprechlehrer usw., oder in phonetischer Beziehung naive Personen untersucht werden sollen, kann nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden. Es kommt auf den Zweck an.

Die Erfahrung lehrt weiter, daß auch in den einfachsten Fällen die Vp mindestens einmal zur Vorbereitung auf die Untersuchung ins Laboratorium kommen muß. Das erste Mal ist dazu bestimmt, die Vp kennen zu lernen, sie genauer in den Versuch einzuführen, sowie mit dem Versuchsort, dem Versuchsleiter und den übrigen Personen bekannt zu machen und sog. Scheinaufnahmen auszuführen. Alle diese

Dinge sind nur Vorbereitung auf den nächsten Versuch, der unter Umständen als brauchbar gelten kann. Denn die Vp hat ihre nicht zu vermeidende Befangenheit dem Ort, den Apparaten und dem Versuchsleiter gegenüber abgelegt, hat sich davon überzeugt, daß die Untersuchung nichts Nachteiliges für sie hat, bewegt sich freier, und die Folge davon ist, daß die diesmal gemachten Aufnahmen mit großer Wahrscheinlichkeit verwertbar sind. Selbstverständlich stellt das den günstigsten Fall dar; unter Umständen ist es notwendig, daß eine Vp sich mehrmals in das Laboratorium begibt. Das geübte Auge des Versuchsleiters muß in der Beziehung maßgebend sein, um mit Sicherheit die Brauchbarkeit des Versuchs festzustellen. Die Vp läßt man nie während der Versuche die betreffenden Apparate beobachten. Am besten dreht die Vp der Apparatur den Rücken zu. Eine Trennung der Apparate von der Vp durch eine Wand oder durch einen Vorhang usw. nach dem Vorschlag von E. A. Meyer halte ich mit Poirot für unzweckmäßig; denn dadurch kann erst recht die Neugier der Vp in recht störender Weise gereizt werden. Man läßt bei Massenuntersuchungen auch nie eine Vp einem Versuch beiwohnen, bevor sie selber an die Reihe kommt. Am besten sind in dem Raum, in dem die betreffenden Untersuchungen stattfinden, möglichst wenig Leute, und zwar nur die, die dazu unbedingt notwendig sind.

Die Vp — einerlei ob sie bezahlt wird oder nicht — muß vor allen Dingen das Empfinden haben, daß sie sachgemäß und rücksichtsvoll behandelt wird. Das erreicht man am besten, indem man ihr Gelegenheit gibt, sich zu überzeugen, daß die größte Sauberkeit und die peinlichste Asepsis herrscht. In dieser Beziehung ist es besser, zu übertreiben als nachlässig zu sein. Man läßt z. B. Instrumente aus Metall, die ohne Folgen das Auskochen in Wasser ver-

ragen können, in Gegenwart der Vp auskochen. Ganz besonders vorsichtig ist man mit Instrumenten, die in den Mund oder in die Nase der Vp eingeführt werden sollen. Eine kräftige und wirksame Desinfektion ist zu dem Zweck unerläßlich. Man bediene sich z. B. bei Endoskopen und ähnlichen Instrumenten eines ebenso einfachen wie wirksamen Mittels, d. h. einer Grotanlösung. Stellen sich Müdigkeitserscheinungen ein, so ist die Vp sofort zu entlassen. Minderjährige sind bekanntlich nur mit Einwilligung der Eltern oder ihrer gesetzlichen Vertreter zu untersuchen. Die Einwilligung läßt man sich schriftlich geben. Die Untersuchung erfolgt am besten in Gegenwart von Zeugen.

Endlich sei darauf hingewiesen, daß es neben harmlosen auch lästige und gefährliche Untersuchungen gibt.

Zu den lästigen Untersuchungen gehört das Laryngoskopieren, Endoskopieren, die Beobachtung mit Hilfe eines künstlichen Gaumens. Man brüskiert niemals die Vp und nimmt auch derartige Untersuchungen, insbesondere das Laryngoskopieren, wenn möglich, nicht unmittelbar nach einer Mahlzeit vor. Es gibt weiter Vpn, die bei der ersten Untersuchung mit dem besten Willen den Würgreflex nicht unterdrücken können. Anstatt einer zu phonetischen Zwecken grundsätzlich zu verwerfenden Kokainisierung (vgl. Hahn, AIORL 1914, 369 und 392) entläßt man solche Vpn am besten nach kurzer Zeit und bittet sie, zu Hause vor einem Spiegel zu üben, indem sie vielleicht mit dem Stiel eines Löffels versuchen, die Zunge herunterzudrücken. Diese Übungen brauchen nur einige Minuten dreimal täglich vorgenommen zu werden. Bei der nächsten Sitzung geschieht es sehr oft, daß die Vp, bei der nicht selten der Würgreflex rein psychogener Natur war, gut zu laryngo-

skopieren ist. Wegen der Untersuchungen mit dem künstlichen Gaumen läßt man die Vp zuerst tüchtig damit üben, und zwar bis sie imstande ist, möglichst ungeniert zu artikulieren und nach erfolgter Artikulation die Zunge auf dem Mundboden ruhen zu lassen.

Zu den gefährlichen Untersuchungen gehören die mit den Röntgenstrahlen. Es würde zu weit führen, sämtliche Vorsichtsmaßregeln anzugeben, die in dieser Beziehung zu treffen sind. Allgemeine Winke veröffentlicht Albers-Schönberg (RgT 1919); die Frage der Verantwortung des Untersuchers mit Röntgenstrahlen ist vom juristischen Standpunkte aus von Kirchberg (RtBe 1914) ausführlich behandelt; P.-C. gibt im besonderen Vorsichtsmaßregeln für den Phonetiker. Wer aber nicht über die unbedingt dazu notwendigen Qualifikationen verfügt, läßt am besten seine Hände von den wohl wertvollen, aber gefährlichen Röntgenstrahlen und setzt sich lieber mit einem tüchtigen Röntgenologen in Verbindung, der ihm die Untersuchungen bzw. Aufnahmen ausführt.

Kriterien.

Sollen Ergebnisse von Forschungen verwertet werden, so müssen sie auch vergleichbar sein. Zu dem Zweck ist es notwendig, daß sie nach einem einheitlichen Grundsatze gewonnen worden sind. Nicht selten ist in der Literatur die Äußerung zu lesen, daß die vorliegenden Ergebnisse mit denen von anderen Autoren nicht in Beziehung gebracht werden können, weil die betreffenden Untersuchungen nach verschiedenen Grundsätzen vorgenommen wurden. Ja, obwohl seltener, sind sogar die Ergebnisse eines Autors in ein und derselben Arbeit nicht untereinander vergleichbar, weil er sich nicht immer desselben Reizes bediente.

Dieser Übelstand ist dadurch zu beseitigen, daß man für

lie Untersuchung eines bestimmten Gegenstandes einen llgemein geltenden Reiz, also ein Einheitskriterium ein für llemal festsetzt, das immer dasselbe bleibt und von allen 'orschern dieses selben Gegenstandes stets benutzt wird.

Von manchen Forschern sind sog. Einheitskriterien bei llen ihren Untersuchungen benutzt worden. Z. B. P.-C. H. und O.) haben Untersuchungen über die Bewegungen les Kehlkopfes gemacht, indem sie stets den Vokal *a* und ine bestimmte Tonleiter singen ließen. Durch diesen einachen Kunstgriff war es möglich, die Bewegungen des Kehlkopfes bei wechselnder Tonhöhe in einwandfreier Veise festzustellen, indem die Gewißheit bestand, daß die 3ewegungen hier z. B. nicht auf die Klangfarbe der Laute urückzuführen waren. P.-C. (Vox 1919, 186) schlägt ein Einheitskriterium für die Untersuchung der Atembewegungen vor.

Die Stimme.

Bei der gewöhnlichen Atmung, einerlei ob ruhig oder tief, trömt die Luft unbehindert und völlig geräuschlos durch Kehlkopf und Ansatzrohr ein und aus.

Sobald jedoch die Stimmlippen mehr oder weniger schnell len normaliter exspirierten (ab und zu aber auch inspirieren) Luftstrom unterbrechen und ihn dadurch zum Tönen oringen, entsteht die Stimme. Betreffs der Frage, ob dem Luftstrom allein die aktive und den Stimmbändern nur die oassive Rolle zufällt, warnt Nagel mit Ewald vor der Behauptung, daß die Schwingungen der Stimmbänder auschließlich passive, durch den Luftstrom bedingte seien; es könnten vielmehr die in die Stimmbänder eingelagerten Muskeln bei der teils durch die Spannmuskeln, teils durch len durchbrechenden Luftstrom bewirkten passiven Span-

nung veranlaßt werden, selbst in rhythmische, zitternde Bewegung zu geraten. Musehold äußert sich dahin, daß die ausgeatmete Luft die treibende Kraft, welche den tonerzeugenden Mechanismus (die Stimmlippen) in Schwingungen versetzt, und gleichzeitig das tönende Medium ist.

Die Stimme entsteht im Kehlkopf, ihre endgültige Gestaltung erhält sie aber erst im Ansatzrohr. Zu ihrer vollen Entwicklung bedarf also die Stimme sämtlicher Phonationsorgane.

Die Farbe der Stimme.

Im allgemeinen.

Genetisch.

Über die Aufgabe und die Tätigkeit der zahlreichen Teile des Ansatzrohres im allgemeinen hat Gießwein umfassende Untersuchungen angestellt und folgende Hauptergebnisse erzielt:

1. Von den drei Wegen (Anblasen, Antönen und Wandleitung), die ein verstärkendes Mitschwingen des in einem Raume enthaltenen Luftquantums hervorrufen, kommt für das Ansatzrohr nur das Antönen in Betracht.

2. Neben den im Kehlkopf entstehenden Tonwellen ist wohl ein Luftstrom vorhanden. Tonwellen und Luftstrom sind aber nicht identisch; jene können sich unabhängig von diesem nach allen Seiten hin ausbreiten, während der Luftstrom eine bestimmte Richtung einhält. Es gibt also keinen „Tonstrom“ oder „Schallstrom“.

3. Von einer regelmäßigen Brechung und Reflektion der im Kehlkopf entstehenden Tonwellen, ja auch nur einer annähernden Berechnung derselben im menschlichen Ansatzrohr kann nie die Rede sein. Die hier in Betracht kommenden Tonwellen gehorchen vielmehr den akustischen

esetzen, d. h. sie gehen bei entgegenstehenden Hinder-
issen parallel der Oberfläche hin, folgen jeder Krümmung
nd biegen um jede Ecke herum. Es gibt also keine Schall-
rahlen, die der Kehlkopf gleichsam wie ein Schallschein-
erfer auf einen bestimmten Punkt des Ansatzrohrs direkt
der indirekt wirft.

4. Die Annahme, daß die Oberkieferhöhle, die Keilbein-
öhle, die Siebbeinzellen und die Stirnhöhlen tonverstär-
end wirken, widerspricht der versteckten Lage der Mün-
ungen der Nebenhöhlen und ist vor allem wegen ihrer ge-
ngen Größe im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Betreffs der Frage, ob der Mundhöhle allein oder in Ge-
einschaft mit den Nasenräumen (Nasenrachenraum samt
auptnasenhöhle) die Rolle des tonverstärkenden Raumes
kommt, hat Gießwein keine eigenen Untersuchungen vor-
enommen und ist auch zu keinen ausdrücklichen Schlüssen
ekommen.

Ganz abgesehen von dieser letzten noch nicht gelösten
rage, steht es jedenfalls fest, daß die Wirkung des Ansatz-
hrs vorwiegend in zwei Erscheinungen besteht. Gutz-
ann äußert sich hierüber folgendermaßen:

1. Die Stimme wird mehr oder weniger hochgradig ver-
ärkt, je nach der Form des Ansatzrohrs, die der tönenden
uftsäule möglichst den Weg nach außen bahnt. Die Ver-
ärkung kann durch bestimmte Formationen des Ansatz-
hres eine erstaunliche Größe erreichen.

2. Die Klangfarbe des im Kehlkopf erzeugten Tones wird
urch das Ansatzrohr wesentlich verändert.

Gennemisch.

Eine Vp kann auf ein und demselben Laut — z. B. *a* —
rer Stimme zahlreiche Gestalten verleihen (vgl. Hoff-

mann, Vox 1916, 140). Diese voneinander völlig verschiedenen Stimmerzeugnisse sind, wenn auch nicht ausschließlich, so doch hauptsächlich dadurch bedingt, daß sich im Ansatzrohr wegen der von Taschenbändern, Kehldeckel, Zungenbein, Zunge, Velum, Unterkiefer und Lippen ausgeführten Bewegungen die mannigfaltigsten tonverstärkenden Räume bilden. Zur Erklärung, wie die Tonverstärkung im allgemeinen erfolgt, sind bisher mehrere Wege beschritten worden, die zu verschiedenen, ja zu geradezu entgegengesetzten Enden geführt haben. Die Ergebnisse dieser Bemühungen lassen sich im großen und ganzen in zwei Gruppen zusammenfassen: die Obertontheorie (Helmholtz durch das mit Resonatoren bewaffnete Ohr) und die Formantentheorie (Hermann durch phonographische Aufnahmen auf Walzen, deren Glyphen er mit einem Lichtstrahl in Kurven umwandelte), in denen die übrigen Anschauungen mehr oder weniger leicht untergebracht werden können.

Die Obertontheorie und die Formantentheorie

stimmen darin überein, *unterscheiden sich dadurch,*

daß die Charakteristik einer Stimmfarbe

	nach der Obertontheorie	nach der Formantentheorie
1. durch die Verstärkung eines Tones bzw. einiger Töne im Ansatzrohr erfolgt; daß	1. in der Reihe der harmonischen Obertöne des Grundtons enthalten ist;	1. nicht in der Reihe der harmonischen Obertöne des Grundtons enthalten zu sein braucht;

	nach der Obertontheorie	nach der Formantentheorie
. der verstärkte Ton bzw. die verstärkten Töne eine konstante Höhe aufweisen, die von der Höhe des Grundtons unabhängig ist; und daß	2. aus dem Kehlklang entspringt.	2. aus dem Ansatzrohr entspringt. [2])
. der fragliche Ton bzw. die fraglichen Töne stärker sein können als der Grundton.[1])		

[1]) Es würde also das, was das Ohr weitaus am stärksten wahrimmt, am schwächsten hervortreten. Pipping versucht das so zu rklären, daß kein Teilton an und für sich genügt, um eine sichere Iöhenempfindung hervorzurufen, und keiner, auch nicht der Grundton, u diesem Zwecke unentbehrlich ist. Summa summarum wäre also icht der einzelne Ton, sondern der Tonkomplex für die Wahrnehmung er Tonhöhe bestimmend. Hermann nimmt an, daß unser Ohr jede eriodische Bewegung als einen Ton auffaßt. Dieselbe Frage beeuchtet Struycken (Vh3JtLRKg 1912, II, 32) von einer anderen Seite. Daß der Grundton in der Glyphik des Chronographen usw. so wenig ervortritt, hängt nach Struycken einfach von der benutzten Membran b. Starre Membranen, wie beim Telephon und Mikrophon, übertragen Töne mit weniger als 200 Schwingungen nur sehr schwach, Micamembranen eignen sich etwas besser, doch auch hier wird das hysische Amplitudenverhältnis zu Ungunsten der niedrigen Töne noch ehr gestört. Daß trotzdem die niedrigen Töne bei der phonographichen Wiedergabe wieder genügend stark gehört werden, ist zum Teil ine Resonanzerscheinung von Trichter und Schalldose. Werden die ufnahmen dagegen mit sehr schlaffen Membranen oder Königschen 'lammen gemacht, dann treten im Gegenteil die niederen Töne mit nren großen Amplituden fast physisch äquivalent hervor, und werden ie Töne mit mehr als 1500 d. Schw. nicht übertragen.

[2]) Man versucht diesen Vorgang dadurch zu erklären, daß die im nsatzrohr befindliche Luft von dem periodisch schwingenden Luftrom durchgeblasen (Hermann) oder erschüttert (Gutzmann) und in urch Größe und Gestalt der Räume bedingte Eigenschwingungen ersetzt wird. Es bilden sich also selbständige Töne im Ansatzrohr l. h. die Formanten), die in jeder Stimmperiode neu einsetzen.

Im besonderen.

Nachstehend werden die bis heute wissenschaftlich untersuchten Stimmfarbentypen berücksichtigt, die nicht pathologisch bedingt, sondern für die betreffende Person gang und gäbe sind oder von ihr willkürlich ohne erhebliche schädliche Folgen für ihre Phonationsorgane hervorgerufen werden können.

Bruststimme bei der Exspiration.

Genetisch.

1. Atmung.

Atembewegungen. Gutzmann (VhGsKdhk 1903, 209) fand auf Grund pneumographischer Untersuchungen eine absolute Inkoordination der Atembewegungen beim Schreien von Neugeborenen. Nach demselben, welcher auch Erwachsene, aber insbesondere Kinder pneumographisch untersuchte, besteht ein Asynchronismus zwischen der kostalen und der abdominalen Atmung, wegen der überwiegenden Innervation der kostalen Bewegungen folglich herrscht ein kostaler Typus. Hoffmann (Vox 1919 121) ist gegen Gutzmanns Auffassung. Bei gelegentlicher Untersuchung einiger ausgebildeten Sänger fand aber Gutzmann (Vh3ItLRKg 1911, I, 1) einen vollkommenen Synchronismus. Nadoleczny (Vh3ItLRKg 1912, II, 44) untersuchte pneumographisch 35 Vpn (männliche und weibliche Berufs- und Natursänger); er ließ sie zwei Tonleitern singen welche zwei Oktaven der betreffenden Stimme umfaßten und zwar nach einem auf eine halbe Sekunde pro Ton eingestellten Metronom. Bei den Natursängern fand Nadoleczny häufig etwas unruhig und ungleichmäßig ablaufende Kurven, in denen der Wechsel von der Brust- zur Mittelstimme bzw. von der Mittel- zur Falsettstimme einen flacheren Verlauf nahm. Im Gegensatz hierzu verlaufe

die Atembewegungen bei den Kunstsängern gleichmäßiger und ruhiger; Nadoleczny stellte aber nicht selten im Gegensatz zum Asynchronismus von Gutzmann einen Synchronismus der Bauch- und Brustatmung oder einen umgekehrten Asynchronismus fest. Einen Synchronismus fand Nadoleczny übrigens auch beim Natursänger, wenn er sich überanstrengte. Weiter untersuchte Nadoleczny die Bewegungen beim Singen desselben Tones in verschiedenen Stimmfarben und stellte beim Falsett im Gegensatz zur Brust- und Mittelstimme im allgemeinen einen flachen Verlauf (vom Natursänger abgesehen) fest. Biaggi (Vh3ItLRKg 1912, II, 72) hat Caruso pneumographisch untersucht. Bei der Bruststimme sind die Bewegungen für die kostale und abdominale Atmung gleichmäßig, dagegen setzt bei der Falsettstimme der kostale Typus ein.

Atemvolumen. Nagel berichtet über einen Versuch von Garcia, der einen Sänger denselben Ton mit Bruststimme und mit Falsettstimme singen ließ. Die Luft reichte bei der Bruststimme $^1/_4$ der Zeit länger als die des Falsetttons. Daraus soll folgen, daß der Luftverbrauch bei der Bruststimme geringer ist als beim Falsett. Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) stellte durch pneumographische Untersuchungen bei Kunstsängern und bei einem Dilettanten fest, daß Töne in Bruststimme bei weitem kürzer gehalten werden als bei der Falsettstimme; bei Natursängern war es umgekehrt. Aus diesen Feststellungen will auch Katzenstein Schlüsse bezüglich des Luftverbrauchs ziehen; jedenfalls stimmen sie mit denen von Garcia nur bei den Natursängern überein. Nadoleczny (Vh3ItLRKg 1912, II, 44) stellte am Atemvolumenmesser nach Wethlo fest, daß unter seinen 35 Vpn beim Singen der zwei Tonleitern durchschnittlich beim Natursänger sich ein größerer Luftverbrauch als beim Kunstsänger zeigt, und zwar ist, überein-

stimmend mit Katzenstein, der Luftverbrauch beim Kunstsänger in der Mittelstimme ein geringerer als in der Bruststimme. Dagegen nimmt, im Gegensatz zu Katzenstein, das Atemvolumen beim Übergang zur Falsettstimme wieder zu. Beim Singen desselben Tones in Brust-, Mittel- und Falsettstimme schloß Nadoleczny nach der weniger steilen Atemvolumenkurve bei der Falsettstimme, daß bei der Falsettstimme von Kunstsängern weniger Luft als in jenen anderen Stimmen verbraucht wird; doch ist jedenfalls die Intensität auch geringer, und die Frage bleibt offen, ob sich die Änderungen in der Volumenkurve auch dann finden würden, wenn die beiden Töne in vollkommen gleicher Intensität gesungen würden.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Laryngoskopisch sieht man, daß der Stimmlippenrand gerundet ist. Bei der stroboskopischen Betrachtung schwingen die Stimmlippen in ihrer ganzen Breite abwechselnd in vollem Glottisschluß und dann auseinanderweichend bis zu einer Entfernung von 1—1,5 mm. Diese Schwingungen erfolgen in der Art von Polsterpfeifen. Nach Musehold finden sie aber nicht rein in der Transversalebene statt, sondern die Stimmlippen schwingen in einem nach oben konvexen, flachen Bogen. Nagel ist außerdem der Meinung, daß Hin- und Rückschwung nicht auf dem gleichen Wege erfolgt, sondern die ganze Schwingungsbahn eine gestreckte Ellipse oder Schleife ist.

Bei der Bruststimme kennt man vier Stimmein- bzw. -absätze: den gehauchten, den weichen, den harten und den gepreßten. Auch Kombinationen von diesen verschiedenen Ein- und Absätzen kommen vor.

Unsere heutigen Kenntnisse über die verschiedenen Ein- und Absätze bei der Bruststimme sind die folgenden:

Gehauchter Einsatz: Laryngoskopisch und am Kymo-

graphion läßt sich feststellen, daß, bevor oder indem sich die Stimmbänder von der Hauchstellung in die Phonationsstellung begeben, ein mehr oder weniger starker Luftstrom durch sie hindurchgeht, was ein Hauchgeräusch verursacht. Weiter hat P.-C. am Röntgenschirm gesehen, daß bei allen untersuchten Vpn der Kehlkopf aufwärts und in einem Falle sogar nach vorn geht. Das Verhalten des Zungenbeins ist individuell verschieden, es geht stark aufwärts und teilweise auch vorwärts, bei manchen Vpn bewegt es sich nicht. Einige Male machte es ganz geringe Bewegungen abwärts. Gehauchter Absatz: Beim oder nach dem Verlassen der Phonationsstellung seitens der Stimmbänder geht durch sie ein mehr oder weniger starker Luftstrom.

Weicher Einsatz: Hahn (AIORL 1914, XXV, 369) stellte mit dem Atemvolumenschreiber nach Wethlo bei drei Sängern ein Volumen von 400—500 ccm und bei drei Sängerinnen von 300—400 ccm fest. Die Stimmbänder gehen in die für das Hervorbringen der Stimme notwendige Stellung und schwingen frei von vorangehendem Hauch oder Geräusch, was laryngoskopisch und am Kymographion leicht zu sehen ist. Nach P.-C. sieht man am Röntgenschirm den Kehlkopf bei dem weichen Stimmeinsatz manchmal etwas aufwärts gehen, manchmal auch stehen bleiben; das Zungenbein bleibt in der Ruhelage. Bei dem weichen Absatz gehen die Stimmbänder ohne Anstrengung hauch- und geräuschlos auseinander.

Harter Einsatz: Es ist hierfür ein größerer Luftverbrauch nötig als für den weichen. Das ist von Réthi (Sm 1913, VIII, 33) an Hutchinsons Spirometer festgestellt worden. Auch Hahn kam zu diesem Ergebnis. Er fand (AIORL 1914, XXV, 369) ein Volumen von 500—650 ccm bei drei Sängern und von 350—520 ccm bei drei Sängerinnen. Laryngoskopisch und am Kymographion wurde festgestellt.

daß die Stimmbänder sich vollständig schließen und die Stellknorpel sich gegeneinander und nach vorn neigen. Der Kehldeckel legt sich etwas über den Kehlkopf, unterhalb der geschlossenen Stimmbänder sammelt sich der Luftstrom, bis er die Stimmbänder sprengt und so einen hörbaren Knall hervorruft. Hierauf schwingen die Stimmbänder wie gewöhnlich bei der Phonation. P.-C. sah am Röntgenschirm bei einigen Vpn den Kehlkopf abwärts gehen, bei anderen dagegen eine Bewegung nach oben gegen den Kehldeckel machen, um nach erfolgter Explosion schnell herabzufallen. Manchmal bewegte sich das Zungenbein nicht, manchmal ging es gegen den Kehldeckel. Gutzmann (PSB 1908, I, 1) hat mit dem Laryngographen von Zwaardemaker folgendes festgestellt: Bei den verschiedenen Personen verhält sich der Kehlkopf verschieden. Es kann vorkommen, daß die verschiedenen Stimmeinsätze gar keinen Unterschied aufweisen, wenigstens was die Höhe der Ausschläge anbetrifft. Nur der feste Stimmeinsatz scheint eine stärkere Bewegung zur Folge zu haben. Die Kurven zeigen bei den verschiedenen Einsätzen insofern mehr Abweichung voneinander, als die Erhebung des auf- oder absteigenden Schenkels bei dem festen Stimmeinsatz am steilsten von statten geht, weniger steil bei dem gehauchten und am allmählichsten bei dem leisen, durchaus entsprechend den Luftdruckkurven. Immerhin sind die Abweichungen von der Nullinie sehr gering, man kann annehmen, daß sie in bezug auf die Vertikalbewegung nur wenige Millimeter nach oben oder nach unten (dies ist individuell verschieden), bei der Sagittalbewegung kaum 1 mm betragen. Bei dem harten Stimmabsatz geschieht folgendes: Geht die Phonation zu Ende, so schließen sich die Stimmbänder vollständig. Aus denselben Gründen wie für den harten Einsatz hört man einen Knall.

Gepreßter Einsatz: Nach P.-C., der zwei Vpn am Kymographion, laryngoskopisch und mit Röntgenstrahlen untersuchte (Vox 1916, 45), hebt sich der Kehlkopf. Die Stellknorpel machen die gewöhnlichen kleinen Bewegungen, die beim Spannen der Stimmbänder notwendig sind, und der Kehldeckel bewegt sich auf den Kehlkopf zu, ohne ihn völlig zu erreichen oder gar die Schlundwand zu berühren. Wie sich dabei die Stimmlippen verhalten, ist unbekannt, weil sie sich der Laryngoskopie entzogen; es wird jedenfalls eine Entspannung der Stimmlippen erfolgen, weil die Ausmessung der Schwingungen am Kymographion für diesen Einsatz eine Abnahme von ca. 3 Tönen im Verhältnis zu den benachbarten Lauten ergibt. Weiter scheint auf Grund der Radiographie, als ob sich das Gaumensegel hebt, ohne völlig die Wand des Schlundes zu berühren, und die Zunge sich nicht übermäßig von der Ruhelage entfernt.

Auch eine Kombination von gehauchtem und gepreßtem Einsatz kommt vor; Warrel, der 5 Vpn röntgenographisch untersuchte (Vox 1914, 82), setzt dieses folgendermaßen auseinander: dieser Stimmeinsatz entsteht durch eine allgemeine Zusammenziehung des Kanals zwischen der Glottis und dem Zäpfchen. Die dabei anzunehmende Kontraktion der Glottis spielt höchstwahrscheinlich nur eine nebensächliche Rolle. Sie ist überdies der Beobachtung durch den Röntgenapparat sowie durch das Laryngoskop entzogen. Diese Kontraktion erfolgt durch einen starken Druck von allen Seiten, an dem die ganze Muskulatur des Schlundes teilnimmt. Die Zungenwurzel wird zurückgedrückt, die hintere Schlundwand wölbt sich hervor, und Kehlkopf und Zungenbein werden gehoben. Der Mund öffnet sich weit. Die Reibung entsteht demnach nicht in der Mundhöhle, die vielmehr als Resonator dient, sondern ausschließlich jenseits des Zäpfchens und oberhalb der Glottis;

denn in der Luftröhre kann willkürlich kein Laut erzeugt werden. Während bei Vp Nr. 1 und 3 die Pressung sich auch von oben sichtbar geltend macht, überwiegt bei Nr. 2 der Druck von unten so stark, daß die ganze Zungenmasse samt Kehldeckel hinaufgeschoben wird. Dieser Stimmeinsatz wird wahrscheinlich in der Glottis durch Hervorhauchen an den halbgeöffneten, gespannten Stimmbändern gebildet. Die leise, allgemeine Kontraktion des Mundes ist sicher nebensächlich. Der Mund bleibt wenig geöffnet, wie bei der Artikulation des Vokals *a*.

Bewegungen des Kehlkopfes. An 6 Personen, die den Vokal *i* sprachen, beobachtete Scheier am Röntgenschirm für die Bruststimme einen tieferen Stand des Kehlkopfes und in einzelnen Fällen einen kleineren Kehlraum als für die Falsettstimme. P.-C. (H. und O.) haben im Gegensatz hierzu röntgenographisch für die Bruststimme einen größeren Stimmkanal (Raum zwischen Zunge und hinterer Wand des Schlundes) als für die Falsettstimme festgestellt.

3. Ansatzrohr.

Scheier sah am Röntgenschirm bei 6 Personen, die den Vokal *i* aussprachen, daß bei dem Brustton der Kehldeckel mehr oder weniger stark gesenkt ist. Die Entfernung zwischen vorderem Teil des Mundbodens bis zur Wirbelsäule, in der Höhe des Zungenbeinkörpers gemessen, ist kleiner als bei der Falsettstimme. Das Gaumensegel legt sich fest an die hintere Schlundwand an.

Gennemisch.

Katzenstein untersuchte (PSB 1911, IV, 271) zwei Damen und zwei Herren mit dem Martensschen Apparat (eine Grammophonkapsel ist mit zwei Spiegelchen versehen, auf die ein Lichtstrahl fällt) und stellte fest, daß die Obertöne bei der Bruststimme stärker in die Erscheinung treten als bei der Mittel- und Falsettstimme.

Sokolowski (PSB 1912, VI, 75) hat nur Frauenstimmen phonographisch aufgenommen, und die Glyphen nach Hermann photographisch in Kurven umgewandelt. Auch er hat festgestellt, daß die Partialtöne im Verhältnis zur Grundtonamplitude bei der Bruststimme mehr dominieren als bei der Mittelstimme. Derselbe Forscher hat (AExKPh 1914, 328) mit dem Phonoskop von Weiß an einem Sänger, der den Vokal *a* sang, festgestellt, daß die Klänge der Bruststimme von einer Reihe ihrer niederen Obertöne bis etwa zum sechsten hinauf in mäßiger Stärke begleitet sind.

Bruststimme bei der Inspiration.

Genetisch.

1. Atmung.

Grützner (PslSmSp 1879, 128) berichtet, daß man nach Segond auch inspiratorisch singen kann, und zwar ebensogut bei der Brust- wie bei der Falsettstimme. Barth (EphPaHS 1911, 289) sagt dagegen, daß der inspiratorisch hervorgebrachte Ton zunächst schon wegen seiner veränderten Klangfarbe auffalle; er klinge eigenartig schluchzend.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Barth (EphPaHS 1911, 289) beschreibt die Tätigkeit der Stimmbänder, ohne anzugeben, wie und an wievielen Vpn er sie untersucht hat, folgendermaßen: Während der Inspiration verliert die lineare Glottis leicht ihre Form, die Stimmlippen werden angesogen, d. h. sie legen sich ganz dicht aneinander, so daß sie regelmäßiger Schwingungen nicht fähig sind, und unter mehr oder weniger unangenehmem Geräusch hört die inspiratorische Stimme ganz auf. Ein anderes Bild als das von Barth beschriebene gibt die Stereophotographie, die P.-C. (Vox 1920, 1) an sich selbst vorgenommen hat: die Stimmbänder bleiben in ihrer ganzen Länge offen, die Öffnung der pars

vocalis ist geringer als die der pars respiratoria, und das Ganze bildet ein schmales Dreieck. Die Ränder der Stimmlippen sehen abgerundet aus.

Bewegungen des Kehlkopfes. Gutzmann (PSB 1908, I, 89) hat verschiedene normale Individuen mit dem Laryngographen nach Zwaardemaker untersucht, um festzustellen, wie eine inspiratorische Stimme bei normalen Individuen auf die Stellung des Kehlkopfes einwirkt, und kommt zu dem Schluß, daß auch hier wie bei den verschiedenen anderen Stimmfarben die verschiedenen Individuen sich durchaus nicht gleichmäßig verhalten. Auf einer der von ihm veröffentlichten Kurven, die bei Inspirationsstimme auf *m* erzielt wurde, erhält sich zwar die sagittale Bewegung des Kehlkopfes durchaus auf der Indifferenzlinie, die vertikale Bewegung zeigt aber entsprechend der Inspiration ein deutliches Herabsinken des Kehlkopfes und Verharren desselben in der Tieflage an. Bei der Kurve von einem anderen Individuum zeigt sich fast gar keine Veränderung des Kehlkopfstandes.

Gutzmann und Flatau haben die Inspirationsstimme bei 7 von 30 untersuchten Neugeborenen und Säuglingen gefunden, und zwar sowohl bei einer der jüngsten Stufen als auch bei einem 12 Tage alten Kinde.

Mittelstimme[1] (voix mixte).

Genetisch.

1. Atmung.

Hierüber siehe die S. 64 ausführlich angegebenen Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen über Brust-,

[1] Da die Mittelstimme und die nachfolgend beschriebenen Stimmfarben m. W. bisher nur bei der Exspiration wissenschaftlich untersucht wurden und bei manchen von ihnen (z. B beim Bauchreden) eine inspiratorische Bildung für ausgeschlossen gilt, so beziehen sich alle nachstehenden Ausführungen ausschließlich auf exspiratorische Bildung.

Mittel- und Falsettstimme von Garcia, Katzenstein, Nadoleczny und Biaggi.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Réthi hat stroboskopisch festgestellt, daß die Mittelstimme etwas Gemeinsames mit der Bruststimme hat, insofern die Stimmlippen beinahe in ihrer ganzen Breite schwingen. Andererseits aber liegt eine Ähnlichkeit mit dem Falsett vor, weil auch bei ihm das Ablaufen der Réthischen Welle (vgl. S. 74) vorhanden ist.

Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) hält bei der Mittelstimme dieselben Einsätze für möglich (er zitiert überhaupt nur drei, und zwar den gehauchten, weichen und harten Einsatz) wie bei der Bruststimme.

Bewegungen des Kehlkopfes. Nach Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) wird der Kehlkopf in derselben Weise (wie ?) eingestellt wie bei der Bruststimme.

Gennemisch.

Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) untersuchte dieselben Vpn auf demselben Wege wie für die Bruststimme (vgl. S. 70). Die Mittelstimme weist weniger Obertöne auf als die Bruststimme, dagegen mehr als die Falsettstimme. Nach Sokolowski (PSB 1912, VI, 75) hat sie stärkere Obertöne als die Falsettstimme.

Falsettstimme.

Genetisch.

1. Atmung.

Hierüber siehe die S. 64 ausführlich angegebenen Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen über Brust-, Mittel- und Falsettstimme von Garcia, Katzenstein, Nadoleczny und Biaggi.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Laryngoskopisch wird festgestellt, daß der Stimmlippenrand scharf abgesetzt ist. Bei der Stroboskopie ist kein völliger Verschluß der Stimmlippen zu sehen, wodurch sich der von manchen Forschern festgestellte größere Verbrauch an Luft erklären ließe. Das Nichtvorhandensein der von Oertel gesehenen bogenförmigen „Knotenlinie" ist von Réthi in objektiver Weise bewiesen worden; Musehold stimmt Réthi zu. Die Stimmlippen schwingen nur in einer ziemlich scharf abgegrenzten Randzone kräftig, ihr übriger Teil steht fast still; an der Übergangsstelle von den starken Schwingungen zu der relativ ruhigen Zone setzt sich eine Schlangenlinie ab, wie Musehold hervorhebt. Schwingt der freie Rand der Stimmlippe nach aufwärts, so rückt die Schärfe dieses Randes als eine Kante nach außen; geht nun der freie Rand wieder abwärts, so läuft diese Kante, indem sie allmählich verstreicht, eine kurze Strecke weit lateralwärts ab; die zweite Kante ist oft schon unterwegs zu sehen, bevor die erste abgelaufen ist. Dieser Vorgang (Réthische Welle) wurde zum ersten Male von Réthi beim möglichst genauen Singen des Tones der Sirene eines Stroboskops beobachtet. In bezug auf die Art der Schwingungen der Randzone nimmt Musehold auf Grund der oben erwähnten Tatsache, daß im Falsett sich die Stimmritze nicht völlig schließt und nur Erweiterungen und Verengerungen in allerdings nicht unbeträchtlichem Umfange zeigt, eine dem Mechanismus der durchschlagenden Zungenpfeife entsprechende Bewegung an und begreift nicht, warum Nagel sich nicht anschließt, sondern ein non liquet betreffs der Schwingungsart der Stimmlippen beim Falsett ausspricht. Chevroton und Vlès (CtRdAcSc 1913, 949) haben das einfache (also ohne stroboskopische Scheibe) laryngoskopische Bild eines Soprans

inematographiert. Die Vp sang mit Kopfstimme verschie-
iene Noten auf dem Vokal *e*. Die Hauptergebnisse sind:
ie größte Breite der Stimmlippen entspricht der größten
cheinbaren Stimmlippenlänge, sowie deren Ruhephasen
nd deren größten Abstandsphasen; dasselbe gilt mutatis
nutandis für die kleinste Breite der Stimmlippen. Die
berste Grenze der Breite der Stimmlippen beträgt 3,2 mm,
ie unterste 1,6 mm. Beim Übergang von der Inspiration
ur Phonation und umgekehrt scheinen die Stimmbänder
er Sitz wellenförmiger Umbildung zu sein, die eine große
mplitude und eine kurze Dauer aufweisen und Bäuche
3,4 oder 2) hervorrufen. Diese Erscheinung zeigte sich nur
uf einer Stimmlippe, abwechselnd links und rechts, inner-
nalb 0,1″—0,8″.

Da kein völliger Schluß der Stimmritze vorhanden ist,
o hält Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) nur den gehauch-
en oder leisen Einsatz für möglich.

Bewegungen des Kehlkopfes. Scheier stellte durch
ie Röntgenstrahlen fest, daß der obere Teil des Schild-
norpels sich etwas nach vorn überneigt; auch steht der
Kehlkopf bedeutend höher als bei der Bruststimme.
Katzenstein (PSB 1911, IV, 271) hat festgestellt (wie?),
aß der Kehlkopf beim Natursänger eine sehr starke verti-
ale Bewegung nach oben und hinten macht, beim Kunst-
änger soll er dagegen eine sehr geringe vertikale Bewegung
nter die Indifferenzlage (?) ausführen. P.-C. (H. und O.)
aben röntgenographisch festgestellt, daß der Stimmkanal
edeutend enger ist als bei der Bruststimme, dadurch, daß
er Kehlkopf eine Bewegung nach oben und nach hinten zu
usführt.

3. Ansatzrohr.

Nach Scheier, der mehrere Vpn durch die Röntgen-
trahlen untersuchte, liegt der Kehldeckel dicht am Zungen-

grund. Der Mundboden wölbt sich bei der Falsettstimme mehr vor, und die Entfernung, zwischen dem vorderen Teil des Mundbodens bis zum Schildknorpel in Höhe des Zungenbeins gemessen, ist bei der Falsettstimme bedeutend größer als bei der Bruststimme. Auch ist der Kehlraum in einzelnen Fällen größer als bei der Bruststimme.

Bei einem Opernsänger schließt das Gaumensegel nicht den Nasenrachenraum ab, steht vielmehr weit ab, wenn es auch nicht so weit herunterhängt wie bei dem nasalierten Vokal. Die Entfernung des vertikalen Teils des Velums vom Zungenrücken beträgt auf den Negativen 5 mm. Bei einem anderen Kunstsänger machte Scheier dieselbe Beobachtung, während er bei einfachen, ungeschulten Natursängern immer einen festen Abschluß konstatieren konnte.

Der obere freie Teil des Kehldeckels richtet sich bei der Falsettstimme steil auf und legt sich an den Zungengrund, wodurch der Raum zwischen Zungengrund und Kehldeckel, der sinus glosso-epiglotticus, bei der Falsettstimme bedeutend kleiner als bei der Bruststimme ist. Bei demselben Sänger betrug z. B. dieser bei der Falsettstimme 2 mm und bei der Bruststimme 8 mm. Alle Untersuchungen wurden auf dem Vokal *i* gemacht, ob sie aber konsequent ausgeführt wurden, ist unklar.

Gennemisch.

Katzenstein untersuchte (PSB 1911, IV, 271) dieselben Vpn wie für die Bruststimme (vgl. S. 70); nach ihm nähert sich der Falsetton einem reinen Sinuston, d. h. also, die Obertöne würden sich nicht stark hervorheben. Sokolowski (PSB 1912, VI, 75) sagt, daß die Falsettstimme schwächere Obertöne hat als die Mittel- und die Bruststimme.

Pfeifstimme.

Genetisch.

Kehlkopf.

Nach Gutzmann und Flatau kommt diese Stimmfarbe bei Kindern vor. Sie stellten laryngoskopisch fest, daß die Glottis von wechselnder Gestalt ist, bald spindelförmig, bald linear mit runder oder dreieckiger kleiner Öffnung.

Ansatzrohr.

Gutzmann und Flatau sahen bei einem 13jährigen Jungen, während der Gaumen sich hoch zog und unter scharfer Anlegung des Gaumensegels eine steile Hochkuppelung bildete, die Gaumenbogen mit den Mandeln sich aneinanderschließen und den Kehldeckel tief herabgehen.

Näselnde Stimme.

(Rhinophonia aperta functionalis.)

Genetisch.

Kehlkopf.

P.-C. (H. und O.) haben an einer Vp röntgenographisch folgendes festgestellt: die oberen Hörner des Schildknorpels legen sich an die Rachenwand fest an, der Kehlkopf steigt.

Ansatzrohr.

Auch nach P.-C. (H. und O.) beträgt der Stimmkanal (Raum zwischen Zunge und Rachenwand) an seiner engsten Stelle etwa 2—3 mm. Die Morgagnischen Taschen verlaufen etwa 3 cm vom Kieferknochen entfernt schräg: das Zungenbein ist vorn vom Kieferknochen etwa ½ cm entfernt. Die Weite der Kieferöffnung ist vorn zwischen den Zähnen etwa 2 cm; das Zäpfchen hängt sehr tief herunter, und zwischen der Rückseite des weichen Gaumens und der Rachenwand sind 6 mm Raum frei.

Gennemisch.

Katzenstein (PSB 1909, III, 291) untersuchte an sich selbst das Näseln mit Hilfe des erwähnten Apparates von Martens, welche Ergebnisse er nach Fourier analysierte. Er stellte fest, daß die weniger hohen Teiltöne den anderen gegenüber verstärkt werden. Im Gegensatz hierzu stehen nachstehende Forscher:

Gutzmann (ALR 1913, XXVII, 59) hat das Näseln am Lioretgraphen untersucht und gefunden, daß sich hier in der Klanganalyse der Hinweis auf hohe Partialtöne zeigt. Der suprapalatale Resonanzraum verstärkt höhere Partialtöne, die in der dritten Oktave zwischen e^3 und h^3 liegen. Sokolowski (AExKPh 1914, 328), der einen Sänger mit dem Phonoskop von Weiß untersuchte, sagt, daß diese Stimmfarbe zunächst eine auffallend geringe Grundtonamplitude und auch einen sehr großen Mangel an Obertönen zeigt.

Gaumige Stimme.

(Rhinophonia clausa functionalis.)

Genetisch.

Kehlkopf.

P.-C. (H. und O.) haben röntgenographisch an einer Vp festgestellt, daß der Kehlkopf viel tiefer als bei dem näselnden Klang steht, und daß sich die Hörner des Schildknorpels nicht an die Rachenwand anlegen, sondern einen Raum von 6 mm frei lassen.

Ansatzrohr.

Ferner ist nach P.-C. (H. und O.) der Stimmkanal weiter als bei der vorigen Stimmfarbe. Die Morgagnischen Taschen befinden sich etwa 5 cm vom Kiefer entfernt. Das Zungenbein ist etwa 1½ cm vom Kiefer entfernt. Die Kieferöffnung beträgt 3 cm. Die Zunge ist sehr stark nach oben zurückgezogen. Der weiche Gaumen zeigt eine erheb-

liche Wölbung nach oben und legt sich der Rachenwand an, so daß der Raum nach der Nase zu völlig verschlossen ist.

Gennemisch.

Katzenstein (PSB 1909, III, 291) hielt sein Velum mit einem Gutzmannschen Handobturator zu und sprach in einen Martensschen Apparat. Er stellte eine bedeutende Abschwächung der niedrigen Teiltöne fest. Gutzmann (ALR 1913, XXVII, 59) verwirft die Benutzung des Handobturators, weil er sehr leicht reflektorische Mitbewegungen hervorrufen kann. Gutzmann (ALR 1913, XXVII, 59) stellte am Lioretgraphen folgendes fest: Wird die Nase beim nasalierten Vokal oder beim Resonanten (*m*, *n*, *ng*) verengt oder verschlossen, so fehlen die hohen Partialtöne, was aus rein akustischen Gründen zu erwarten war. Außerdem aber zeigt sich, daß der Grundton dabei so sehr verstärkt wird, daß alle übrigen Partialtöne weit zurücktreten. Dementsprechend haben alle so aufgenommenen Klangkurven der Resonanten eine auffallende Ähnlichkeit. Die so entstehende gaumige Stimme der Resonanten wird also durch ähnliche Anordnung der Partialtöne, nicht aber durch einen Formanten charakterisiert. Nach Sokolowski (AExKPh 1914, 328) zeichnet sich diese Stimmfarbe durch einen sehr hohen Grundton aus.

Gequetschte oder gekehlte Stimme.

Genetisch.

Kehlkopf.

P.-C. (H. und O.) haben an einer Vp röntgenographisch gesehen, daß der Kehlkopf besonders hoch steht. Die Hörner des Schildknorpels liegen fest der Rachenwand an.

Ansatzrohr.

Weiter legt sich nach P.-C. (H. und O.) auch das Zungenbein fest der Rachenwand an und verschwindet teilweise

unter dem Kiefer. Die Morgagnischen Taschen sind vorn nur etwa 2 cm vom Kieferknochen entfernt. Die Zunge ist stark nach hinten unten zurückgezogen, man sieht im Profilbild der Röntgenaufnahme keinen Raum mehr zwischen Zunge und Rückwand, der Stimmkanal ist völlig verlegt. Die Einbuchtung auf dem Kehlkopf ist so, daß er sich ganz hintenüber geneigt hat, so daß auch zwischen Stellknorpeln und Kehldeckel kaum ein Ausgang bleibt. Das Bild zeigt die gemeinsamen Bewegungen von weichem Gaumen und Kehlkopf. Wie der Kehlkopf besonders hochsteht, so ist der weiche Gaumen besonders tief gesunken, so daß zwischen diesem und der Rachenwand ein Raum von 6 mm frei ist.

Gennemisch.

Nach Sokolowski (AExKPh 1914, 328) ist diese Stimmfarbe sehr erheblich ärmer an Obertönen als die Bruststimme.

Diplophonie.

Genetisch.

P.-C. (AtCORL 1913) macht folgende Angaben: Tovölgy führt die Diplophonie auf ungleichmäßige Spannung der Stimmbänder zurück; Flatau verneint jede Teilnahme der Epiglottis, der Taschenbänder oder der Morgagnischen Tasche an der Diplophonie; Scheier führt die Diplophonie hauptsächlich auf Vibrationsbewegungen der Epiglottis zurück. P.-C. nimmt diese letztere Erklärung nicht an und beschränkt sich darauf, die von ihm an derselben Vp obiger Forscher durch Röntgenstrahlen festgestellten Bewegungen bei der Diplophonie bekanntzumachen: der Kehlkopf hebt sich, wenn die Vp von der gewöhnlichen zur Doppelstimme übergeht. Das Zungenbein geht dem Kehlkopf entgegen und nach vorn, der Zungen-

rücken hebt sich, bei der gewöhnlichen Stimme bleibt zwischen den Kiefern ein Abstand von 1,5 cm, bei der Diplophonie dagegen nur 0,5 cm.

Vox ventriloqua.

Gutzmann und Flatau haben am eingehendsten dieses Problem behandelt und sind zu folgenden Ergebnissen gekommen:

Genetisch.

1. Atmung.

Bewegungen. VV haben pneumographisch festgestellt, daß Bewegungen wie bei der Bruststimme stattfinden. Nur in der Magengegend setzt mit Eintritt der Vox ventriloqua eine inspiratorische Bewegung ein, bisweilen durch tiefere Einatmungsbewegungen unterbrochen.

Volumen. Am Gadschen Atemvolumenmesser haben VV festgestellt, daß dieses erheblich geringer als bei der Bruststimme ist.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Laryngoskopisch sowie durch Photographie nach Musehold haben VV gefunden, daß die Stimmbänder stärker aneinandergelegt und gespannt sind als bei der Bruststimme. Die Basen der Stellknorpel sind straff zusammengelegt, die Spitzengegend weicht aus.

Bewegungen des Kehlkopfes. Subjektiv durch Palpation haben VV. vertikale Bewegungen festgestellt, die aber nicht konstant sind, zum Teil keine Bewegungen, zum Teil ausgesprochene Senkung bei steigender Tonhöhe, zum Teil geringe Senkung bei leisem Sprechen.

3. Ansatzrohr.

Zum Schlund gehörige Bewegungen. Bei intendierter Vox ventriloqua sind die Taschenbänder fest zu-

sammengelagert, bei der Phonation stellt man ein geringes Auseinandergehen fest. Der Kehldeckel ist nach hinten abwärts geneigt.

Zum Munde gehörige Bewegungen. Die Zunge artikuliert, indem sie sich möglichst zurückzieht.

Zur Nase gehörige Bewegungen. Die Spannung des Gaumensegels ist bedeutend stärker als bei der Bruststimme (Verhältnis im Durchschnitt wie 1 : 5). Durch die vorderen Gaumenbogen bildet sich ein spitzer Winkel. Das Zäpfchen verhält sich wie bei dem pfeifenden Ton.

Gennemisch.

VV haben die Vox ventriloqua mit der Königschen Flamme untersucht, indem sie die Kurvenbilder in der gewöhnlichen Weise in dem Spiegel erzeugten, auf die Hinterwand einer photographischen Kamera warfen und die Umrisse direkt auf Pauspapier durchkopierten. Die Wiedergabe dieser Skizzen läßt als allgemeines Charakteristikum bei der Vox ventriloqua erkennen, daß die Einschnitte erheblich flacher sind und die Kurven bedeutend niedriger als bei der Bruststimme. Weiter sind sie an den Spitzen meist verschwommen gestaltet. Wie für das Ohr die Vox ventriloqua undeutlich, leise, entfernt klingt, so erscheinen also auch für das Auge die leuchtenden Tonwellen undeutlich, verschwommen und verwischt. Gutzmann hebt 1919 hervor, daß im Gegensatz zu der üblichen verstärkenden Wirkung des Ansatzrohres die Vox ventriloqua in diesem abgeschwächt wird.

Flüstern.

Es ist ein aphonischer Zustand und würde aus diesem negativen Grunde nicht hierher, sondern unter die Laute gehören, wo es erst zur Geltung kommt. Es sei aber hier nur prinzipiell behandelt.

Genetisch.

1. Atmung.

Nach Rousselot und nach Roudet, die Untersuchungen am Spirometer anstellten, verlangt das Flüstern im Durchschnitt mehr Luft als die gewöhnliche Stimme; einige Aufnahmen am Kymographion bestätigen Rousselot diese Äußerung.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. Die pars vocalis der Stimmbänder geht zusammen und die pars respiratoria bleibt offen, so daß die ganze Stimmritze das bekannte umgekehrte *y* bildet. Auf der Stereographie, die P.-C. (Vox 1920, 1) von sich selbst gemacht hat, neigen sich die Stellknorpel gegeneinander und nach vorn, so daß nur ein ganz kleiner Teil der Öffnung der pars respiratoria zu sehen ist.

Nach Nagel wird im Kehlkopf kein Klang erzeugt, sondern nur ein hauchendes oder reibendes Geräusch, das durch Verengerung der Stimmritze und den dadurch bewirkten Wirbel in der Exspirationsluft erzeugt wird.

Obigen Anschauungen völlig entgegengesetzt stehen die Äußerungen von Rousselot. Nach diesen ist es möglich, bei der Flüsterstimme eine schwingende Bewegung festzustellen. Er meint ausdrücklich damit „echte Schwingungen“.

Die Höhe der Stimme.

Bei der exspiratorischen Bruststimme.[1]

Genetisch.

1. Atmung.

Atembewegungen. Mancioli (AIORL 1914, XXV, 455) will auf Grund pneumographischer Untersuchungen an ver-

[1]) Ich nehme an, daß sich diese Ausführungen nur auf die Bruststimme beziehen.

schiedenen Sängern und Sängerinnen gefunden haben, daß bei den Bässen der abdominale Typus, bei den Baritonen abwechselnd der abdominale und der kostale Typus, bei den Tenören der kostale Typus herrscht. Bei den Sopranen scheint der kostale Typus zu überwiegen, bei den Kontraalten ist der kostale Typus ganz und gar herrschend.

Volumen. Nach Roudet, der Untersuchungen am Spirometer anstellte, nimmt das Luftvolumen ab, wenn die Tonhöhe ceteris paribus zunimmt.

2. Kehlkopf.

Zur Hervorbringung hoher und tiefer Töne setzt die Form, die Größe, die Beschaffenheit des Kehlkopfes jedem Menschen eine Grenze fest, u. a. können seine Stimmlippen über oder unter einer bestimmten Anzahl von Schwingungen in der Sekunde nicht ausführen. Es gibt also in der Stimme eines jeden Menschen ein Maximum und ein Minimum, das unter keinen Umständen überschritten werden kann. Das, was zwischen diesen beiden Extremen liegt, pflegt man Stimmumfang zu nennen. Dieser ändert sich bei jedem Menschen, und zwar je nach dem Geschlecht und dem Alter.

Bewegungen im Kehlkopf. Nimmt die Spannung der Stimmlippen zu, so steigt auch ihre Frequenz; das ist laryngoskopisch und stroboskopisch leicht zu sehen. Die Spannung wird durch die Zusammenziehung der musculi crico-thyreoidei, die den Schildknorpel dem Ringknorpel nähern, besorgt. Musehold schreibt aber dem jeder Stimmlippe eingelagerten Stimmuskel — musculi thyreo-arytaenoidei interni — eine wesentliche Beteiligung an der Bestimmung der Schwingungszahlen der Stimmlippen zu. Er will sogar ihre Tätigkeit auch zur Erklärung der Ver-

schiedenheit der Tonhöhen nicht nur bei der Männer- und Frauenstimme, sondern auch bei den unter sich verschiedenen Stimmhöhenunterschieden der Geschlechter heranziehen. Diese Verschiedenheiten wären nicht allein durch die geringere Länge, sondern auch durch die geringeren Maße der Stimmlippen begründet, deren Dicke wesentlich von der Entwicklung des musculus thyreo-arytaenoideus internus abhängt. Am Ende hebt Musehold hervor, daß für die Schwingungszahlen der Stimmlippen jedenfalls nicht nur die Länge dieser letzteren maßgebend ist, sondern auch die Elastizität der Stimmlippen, sowie die Kraft der erwähnten musculus crico-thyreoideus und musculi thyreo-arytaenoidei interni.

Bewegungen des Kehlkopfes. Gutzmann und Flatau haben mit Hilfe des von Zwaardemaker angegebenen Apparates zur Selbstregistrierung der Sprachbewegungen, dem sie noch eine Brondgeestsche Kapsel zur Aufnahme der Larynxbewegungen beifügten, verschiedene (angeführt werden in den Beispielen nur 5) Vpn untersucht. Sie sahen, daß der Kehlkopf des gut geschulten Sängers bei den Tonleitern sehr geringe und nicht gleichsinnige Bewegungen macht, sondern daß der Kehlkopf im großen und ganzen ein sehr deutliches Hinstreben zur Indifferenzlage beim Singen nimmt. Natursänger zeigen gleichsinnige Bewegungen über der Indifferenzlage. Es fand sich auch eine Übergangsform vom Natursänger zum Kunstsänger. Eÿckmann hat die Stellung des Kehlkopfes bei den verschiedenen Tonhöhen an sich selbst radiographiert (Expositionszeit 10—20 Sek.); der ganze Kehlkopf sank bei den tiefen Tönen unter die Normallage bis 1 cm und stieg bei den hohen Tönen bis 1 cm über die Normallage; bei den hohen Stimmtönen waren außerdem regelmäßige sagittale Bewegungen. Möller und Fischer radiographierten (Ex-

positionszeit 12–14 Sek.) einen 67jährigen Mann; wegen des stark verkalkten Vorderteils des Schild- und Ringknorpels erzielten sie scharfe Bilder. Bei der ruhigen Atmung betrug die Entfernung zwischen den vorderen Rändern beider Knorpel 15 mm, dagegen bei *g* 7,5 mm; dann stellten die VV fest, daß, je höher der Ton wurde, um so kleiner dieser Raum zwischen den beiden Knorpeln wurde, doch vollzog sich das nicht immer regelmäßig. Weiter stellten VV fest, daß die Verkleinerung des Zwischenraumes durch eine aufsteigende Bewegung der Cricoidea zustande kam. Röntgenuntersuchungen an 6 Vpn, vorgenommen von Scheier, bestätigen die Ergebnisse von Möller und Fischer. Burger spricht sich gegen die Ergebnisse von Möller und Fischer aus. Barth tritt für die umgekehrte Bewegungsart des Kehlkopfes ein und zeigt nach Untersuchungen mit Hilfe des Zwaardemakerschen Laryngographen, daß mit ansteigender Tonhöhe der Kehlkopf tiefer sinkt und umgekehrt, daß er also beim tiefsten Ton seinen höchsten, beim höchsten Ton seinen tiefsten Stand innehält. Scheier stellt am Röntgenschirm an (wieviel?) geschulten und ungeschulten Sängern fest, daß der Kehlkopf proportional der Tonhöhe auf- und absteigt. Manchmal aber beobachtete er eine Neigung zur Indifferenzlage und manchmal auch ein umgekehrtes Steigen mit der Höhe. P.-C. (H. und O.) haben 177 Vpn am Röntgenschirm untersucht. Sie ließen jede Vp auf dem Vokal *a* einen Dreiklang aufwärts und einen Septimenakkord abwärts, nach Möglichkeit immer in derselben Tonart, singen, die etwa die höchste Stimme der jeweiligen Vp verlangte. Sie stellten rund 20 verschiedene Typen von Bewegungsmöglichkeiten des Kehlkopfes bei Tonhöhenänderung fest. Ihre Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenziehen. Bei 112 Personen (63%) stieg und fiel der Kehlkopf mit der Tonhöhe; bei 65 Vpn (37%) ging der Kehl-

kopf der Tonhöhe entgegen oder beharrte auf einer Stelle bzw. machte unregelmäßige Bewegungen.

3. Ansatzrohr.

Gutzmann und Flatau stellten scharfe Mundbodenbewegungen fest, und sie erblicken hierin das Bestreben, im Kunstgesang periphere Teile zugunsten des Kehlkopfes zu belasten und gleichzeitig eine relativ gleiche, einheitliche Form des Ansatzrohres zu bewahren. Gutzmann verwirft daher obige Barthsche Ergebnisse betreffs der Bewegungen des Kehlkopfes, weil sie ihm wegen Unterlassung der gleichzeitigen Untersuchung des Ansatzrohres nicht zuverlässig erscheinen.

Gennemisch.

Über die Höhe der Stimme im allgemeinen stellte Klünder mit den Königschen Flammen, der graphischen Methode und mit Stimmgabeln an sich selbst fest, daß die Frequenz eines von den Stimmlippen gegebenen Tones nicht konstant bleibt; bei *c* (129 d. Schw.) stellte sich der Durchschnittsfehler beim Halten des Tones auf 0,761%, bei *g* (193,8 d. Schw.) auf 0,434% und bei c^1 (258,6 d. Schw.) auf 0,257%; also je höher der Ton, um so genauer wird er angegeben und gehalten, was Klünder folgenderweise erklärt: Es ergibt sich also, daß der Grund, weshalb höhere Töne viel genauer von unserem Kehlkopf angegeben und gehalten werden, von dem Kehlkopf selbst und nicht von unserem Gehör abhängig sein muß. Da nun bei tieferen Tönen diejenigen Muskeln, welche die Stimmritze anzuspannen und zu verengen haben, weniger kontrahiert sind, als wenn höhere Töne angegeben werden, so scheint es, daß unsere Nerven leichter die Muskeln in genau derselben Spannung zu erhalten imstande sind, wenn die Muskeln in starke Kontraktion gebracht werden, als wenn sie dieselben fortdauernd in gleichmäßiger, aber relativ

schwacher Kontraktion zu halten haben. Mit Hilfe des Hensenschen Sprachzeichners nahm Klünder obige Versuche wieder auf(AAmPsl(PslAbt)1879,119) und stellte einen Fehler von 0,315% fest. Derselbe Gegenstand ist in der letzten Zeit von Sokolowski (PSB 1911, V, 204) an 7 Vpn untersucht worden. Er vermittelte der Vp durch ein Telephon einen bestimmten Ton, der gleichzeitig mit Hilfe eines Saitengalvanometers aufgenommen wurde; der von dem Sänger gesungene Ton wurde mit dem Phonoskop nach Weiß aufgenommen. Sokolowski stellte bei seinen Unisono-Kurven einen Durchschnittsfehler von 0,445% fest und führt diese Leistung der Kehlkopfmuskulatur nicht mit Klünder allein auf den Kehlkopf, sondern mit Gutzmann auf den Kehlkopf und das Ohr zurück.

Über das Maximum und das Minimum der Schwingungsmöglichkeit der Stimmlippen (Stimmumfang) im besonderen liegen verhältnismäßig viele Untersuchungen vor.

Erwachsene. Gutzmann stellt einen durchschnittlichen Umfang durchschnittlich guter erwachsener Sänger beiderlei Geschlechts dar, indem er sie der Tradition zur Folge in die Hauptkategorien einteilt: Baß, Bariton, Tenor, Alt, Mezzosopran, Sopran. Diese Benennungen beziehen sich eigentlich nicht allein auf die Höhe, sondern gleichzeitig auch auf die Stimmfarbe, werden aber hier beibehalten, weil sie jedermann bekannt sind. Danach betragen die Umfänge

für Männer:

Baß . . . . E (81,5) — e^1 (325,9)
Bariton . . . . G (96,9) — g^1 (387,5)
Tenor . . . . H (122) — h^1 (488,3)

für Frauen:

Alt . . . . e (162,9) — e^2 (651,8)
Mezzosopran . . . . g (193,8) — g^2 (775,1)
Sopran . . . . h (244,1) — h^2 (976.5)

Pubertätszeit. Nach Gutzmann beträgt im Durchschnitt der Stimmumfang

für das männliche Geschlecht:

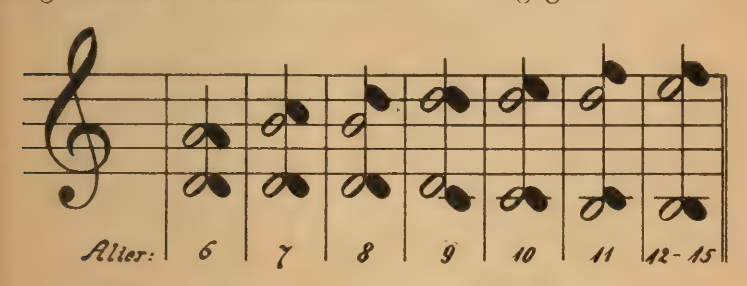
vor der Pubertät	h (244,1) — e^2 (651,7)
nach der Pubertät	G (96,8) — g^1 (387,5)

für das weibliche Geschlecht:

vor der Pubertät	h (244,1) — f^2 (690,5)
nach der Pubertät	g (193,7) — g^2 (775)

Es findet also für die durchschnittliche Lage der Männerstimme gegenüber der Frauenstimme ein Unterschied von einer Oktave nach unten statt.

Kinder. Paulsen hat subjektiv die größte Zahl (2685 Knaben und 2259 Mädchen = 4944) von Schulkindern vom 6. bis zum 15. Lebensjahr untersucht. Seine Ergebnisse werden nachstehend nach der von Gutzmann zusammengestellten Prozentualtabelle wiedergegeben:



Gutzmann und Flatau haben zu demselben Zweck durch Abhören, Palpation und Laryngoskopie 575 Schulkinder untersucht und Ergebnisse erzielt, die mit denen von Paulsen durchaus übereinstimmen. Gutzmann berichtet über P. Schultz, der bei Schulkindern, die den Pfeifton (vgl. S. 77) aufwiesen, einen Umfang g^2—f^4 feststellte.

Neugeborene und Säuglinge. Gutzmann und Flatau haben 13 Neugeborene und Säuglinge männlichen und

17 weiblichen Geschlechts phonographisch untersucht. Die Wiedergabe hörten sie ab. Im Durchschnitt betragen die Ergebnisse für Knaben und Mädchen:

im 0. Lebensjahre a^1 (435)
im 1—2. „ f^1 (345,3) — a^1 (435)
im 3—5. „ e^1 (325,9) — a^1 (435)

Jeder Phonierende verfügt also über eine bestimmte Anzahl von Tönen und kann sich dementsprechend bei der Phonation von dem tiefsten bis zum höchsten Ton bewegen. Das tut aber der Phonierende nicht immer, sondern er benutzt meistens von dieser genannten Anzahl von Tönen nur eine kleinere oder größere Menge, die sich mehr um die untere oder um die obere oder um die mittlere usw. Grenze des Stimmumfangs befindet. Man sagt dann, daß die betreffende Person je nachdem in einer tiefen oder hohen oder mittleren usw. Stimmlage phoniert. Innerhalb dieser äußerst wechselvollen und dehnbaren Lagen (Zonen) behalten die Töne wohl ihren absoluten Wert in bezug auf die Frequenz, kommen aber in einer stets neuen Beziehung zueinander zu stehen. Hat z. B. eine Vp einen Stimmumfang von C—c^1, und benutzt sie alle diese 15 Töne, so ist C der tiefste, c^1 der höchste Ton. Benutzt die Vp nur einen Teil dieser 15 Töne, und zwar denjenigen nach der tiefen Grenze zu, z. B. C—c, so ist C noch der tiefste, aber c ist jetzt der höchste geworden; benutzt sie nun den Teil nach der hohen Grenze zu, z. B. c—c^1, so ist jetzt c der tiefste und c^1 der höchste; würde sich die Lage zwischen die Töne G—c verschieben, so wäre jetzt G der tiefste und c der höchste. Daraus ist zu ersehen, daß unter Umständen der tiefste Ton einer Lage x der höchste Ton der Lage y werden kann und umgekehrt. Der Stimmumfang hat also feste Grenzen und absolute Höhen, die Stimmlage hat lose Grenzen und relative Höhen.

Die Höhe eines phonetischen Vorgangs kann innerhalb ein und derselben Zone steigen, fallen oder bleiben. Man spricht dann z. B. von steigendem Hochton, fallendem Mittelton, ja von steigend fallendem oder fallend steigendem Tiefton. Es können aber auch Bewegungen der Höhe von einer Zone zur anderen stattfinden, woraus sich verschiedene Möglichkeiten ergeben, wie z. B. Hoch-Mittelton, Hoch-Tiefton usw.

Bei der inspiratorischen Brust- und Falsettstimme.

Gennemisch.

Grützner (PslSmSp 1879, 128) berichtet nach Segond, daß man bei der inspiratorischen Bruststimme eine bedeutendere Tiefe erreicht als bei der exspiratorischen; weiter daß bei hohen Tönen in der inspiratorischen Falsettstimme eine erheblichere Höhe erreicht werden kann als bei der exspiratorischen Falsettstimme.

Gutzmann und Flatau geben auf Grund wiederholter systematischer Untersuchungen (vgl. S. 89) an, daß sie bei 7 von 30 Säuglingen und Neugeborenen inspiratorische Stimme auf e^2, f^2, g^2, a^2, d^2 beobachtet haben.

Beim Flüstern.

Gennemisch.

Eine Vp von Rousselot konnte zwischen *d* (147) und *dis* (155) am bequemsten flüstern.

Das Flüstergeräusch läßt dagegen nach Nagel keine bestimmte Tonhöhe erkennen. Flüsternd kann man also keine Melodie singen. Wer in dieser Weise — hebt Nagel besonders hervor — flüsternd (indem der Laut stets derselbe bleibt) zu singen versucht, glaubt meist ganz deutlich eine geflüsterte Melodie hervorzubringen, weil er entsprechend dem beabsichtigten Tonhöhenwechsel die

Stimmbandspannung ändert und sich damit die Vorstellung veränderter Tonhöhe verknüpft. Der Zuhörer hört aber nur immer dasselbe Geräusch und kann die Melodie höchstens aus dem Rhythmus erraten.

Die Stärke der Stimme.[1])

Bei der Bruststimme.[2])

Genetisch.

1. Atmung.

Zwaardemaker hat mit seinem Aerodromometer (einer kleinen Röhre, in der eine Aluminiumfolie zwischen zwei dünnen Spiralfedern balanciert wird; durch eine Nasenolive und einen Gummischlauch phoniert die Vp in die Röhre, und die Folie bewegt sich vor einer Lichtquelle; ihr Schatten wird photographiert) bewiesen (vgl. auch MoSphk 1907, 326), daß die Verstärkung des Exspiriums keine sicheren Grundlagen für die Beurteilung der absoluten Stärke der Stimme liefert, denn, auch wenn die Glottis mit gleicher Stärke angeblasen wird, ist die Geschwindigkeit des durch das Ansatzrohr gehenden Luftstroms verschieden je nach der Größe der Öffnung. Nur bei genau derselben Form im Ansatzrohr gibt die Verstärkung des Exspiriums Auskunft über die Verschiedenheit der Stärke der Stimme; es handelt sich aber nur um relative Feststellungen. Gutzmann hat (PSB 1909, III, 233) die Verstärkung des Exspiriums mit dem Atemvolumenmesser nach Wethlo noch näher untersucht, indem er von ein und demselben Individuum einen Ton in verschiedenen Stär-

---

[1]) Alle Ausführungen beziehen sich auf die exspiratorische Stimme, denn für die inspiratorische fehlen Angaben.

[2]) Ich nehme an, daß es sich überall nur um die Bruststimme handelt.

ken, aber bei gleichbleibender Stimmfarbe und bei gleichbleibendem Ansatzrohr einerseits und bei gleichbleibender Tonhöhe andererseits singen ließ. Mit anderen Worten, die Vp sang stets mit Bruststimme, stets den Vokal *a*, stets auf der Tonhöhe *c* (128). Unter diesen Umständen ist die Stärke der Stimme ausschließlich abhängig von dem Volumenverbrauch der Atmung. Da aber diese Umstände nur bei ein und demselben Individuum erreichbar sind, so gelten die auf obigem Wege erzielten Ergebnisse auch nur für dieses Individuum. Gutzmann bezieht daher folgende Schlüsse seiner Untersuchungen ausschließlich auf die relative Stärke der Stimme:

1. Die relative Messung der Stimmintensität nach obigen Grundsätzen gibt ein gutes Bild von der Genauigkeit, mit welcher die einzelnen Kräfte bei der Stimmgebung koordiniert werden.

2. Gute Sänger vermögen die einmal eingenommene Stärke der Stimme innezuhalten mit einem durchschnittlichen Fehler von 8—9% beim Forte und 7% beim Piano.

2. Kehlkopf.

Mit dem Zwaardemakerschen Laryngographen hat Gutzmann (PSB 1908, I, 89) festgestellt, daß sich nur die vertikalen und sagittalen Bewegungen des Kehlkopfes bei übertrieben scharfer Phonation von der Indifferenzlage erheblich entfernen; bei ruhiger, mäßiger Tätigkeit sind sie so gering, daß sie nicht mit Sicherheit gedeutet werden können. Da in beiden Fällen keine Regelmäßigkeit betreffs Stellung und Bewegung des Kehlkopfes festzustellen ist, so schließt Gutzmann daraus, daß sich diese Faktoren als Ausdruck der Stärke nicht benutzen lassen. Jedenfalls würden sie auch nur über die relative Intensität unterrichten.

3. Ansatzrohr.

Es gelingt ohne weiteres mit einem Labiographen, durch Röntgenogramme und ähnliches den Unterschied in der Tätigkeit der verschiedenen Ansatzrohrteile festzustellen, wenn z. B. derselbe Vorgang einmal schwach und einmal recht kräftig gesungen wird. Die Kurven lassen sich auch messen. Es handelt sich aber — wie Gutzmann mit Recht hervorhebt — nur um relative Feststellungen.

Gennemisch.

Ebensowenig wie für die genetische verfügen wir über ein zuverlässiges Mittel für die gennemische Untersuchung der absoluten Stärke. Wissenschaftlich einwandfreie Ergebnisse sind daher auch nicht vorhanden.

Beim Flüstern.

Genetisch.

Die Verengerung der Stimmritze und der Stellknorpel verhält sich verschieden, je nachdem das Flüstern mehr oder weniger energisch ist, dementsprechend nimmt die Verengerung zu.

Die Dauer der Stimme.

Genetisch.

Roudet sprach den Vokal *a* auf *d* (145 d. Schw.) stets mit derselben Stärke je 50mal 1″, 2″ und 3″ lang. Mit der Zunahme der Dauer nahm selbstverständlich das gesamte Luftvolumen auch zu, der Durchschnittsverbrauch bei 1″ = 0,135 cm³, bei 2″ = 0,79 cm³, bei 3″ = 0,62 cm³ dagegen ab.

Beziehungen von Farbe, Höhe, Stärke, Dauer der Stimme zueinander.

Wissenschaftlich ausgeführte Untersuchungen auf diesem Gebiete fehlen noch.

Die Laute.

Die Laute entstehen dadurch, daß die Stimme oder der einfache Luftstrom durch die verschiedensten Bewegungen der Teile des Ansatzrohres umgestaltet werden; oder auch dadurch, daß unter Ausschaltung der Atmung, folglich auch der Stimme, Muskelbewegungen an verschiedenen Stellen des Mundes stattfinden.

Der primäre Unterschied zwischen Stimme und Lauten besteht also darin, daß die Stimme durch das Zusammenwirken aller drei Phonationsorgane bedingt ist, die Laute dagegen entweder Atmung, Kehlkopf und Ansatzrohr, oder nur Atmung und Ansatzrohr, oder sogar ausschließlich das Ansatzrohr in Anspruch nehmen.

Sekundäre Unterschiede zwischen Stimme und Lauten sind folgende: Die Stimmfarbe ist entschieden von der Farbe der Laute zu trennen, denn z. B. eine näselnde Stimme erstreckt sich auf alle Laute; hingegen kann ein und derselbe Laut mit verschiedenen Stimmfarben gebildet werden. Weiter ist ein Unterschied zwischen Höhe der Stimme und der Laute zu machen. Eine Person kann einen großen Stimmumfang haben oder in einer ganz tiefen Lage sprechen, ohne daß dadurch die Höhenbeziehungen der Laute in den Lautgruppen irgendwie beeinflußt werden. Was die Stärke anbelangt, so kann die Stimme sehr stark und dabei die Stärkeunterschiede in den Lautgruppen doch recht gering sein. Dieselbe Beobachtung kann auch betreffs der Dauer gemacht werden, denn es kann sein, daß eine Vp imstande ist, eine bestimmte Stimmfarbe in einer bestimmten Höhe bei einer bestimmten Stärke recht lange zu halten, bei der Bildung von Lautgruppen dagegen nur ganz geringe Dauerunterschiede hervorzubringen.

Wir sehen also hieraus, daß Farbe, Höhe, Stärke und Dauer der Stimme allgemeiner, absoluter Natur sind, dagegen die der Laute nur in relativer Beziehung zur Geltung kommen.

Die Farbe der Laute.

Laute auf Bruststimme.[1])

Genetisch.

Einzelne Laute.

1. Ansatzrohr.

Die Hauptaufgabe bei der Bildung der Laute steht dem Ansatzrohr zu; dieses wird daher zuerst und dann der Kehlkopf und die Atmung in Betracht gezogen.

Rousselot weist darauf hin, daß zur Bildung irgendeines Lautes das betreffende Organ von einer Indifferenzlage zur nötigen Stellung gehen (Vorbereitung — tension), diese halten (Halten — tenue) und sie dann verlassen (Verlassen — détente) muß.

Je nach der Bildungsart im Ansatzrohr wird unterschieden zwischen Öffnungs-, Enge- und Verschlußlauten. Zu der ersten Kategorie gehören der grammatischen Tradition nach die Vokale (Selbstlaute) und zu den beiden übrigen die Konsonanten (Mitlaute). Gutzmann läßt den Unterschied von Selbstlautern und Mitlautern als vollständig unphysiologisch und durchaus falsch fallen, und nachdem er hervorgehoben hat, daß grundsätzlich kein Unterschied zwischen Vokalen und Konsonanten in dem althergebrachten Sinne zu machen ist, gibt er folgende Differentialcharakteristik betreffs Vokale und Konsonanten: Vokale

[1]) Ich nehme an, daß sich diese Äußerungen auf die Bruststimme beziehen. Leider haben die betreffenden Forscher, mit Ausnahme von Rousselot, versäumt, anzugeben, in welcher Stimme ihre Vpn die Laute gebildet haben.

sind in physiologischem Sinne diejenigen Laute der menschlichen Sprache, bei denen die Stimme das wesentlichste und charakteristischste Moment darstellt und bei denen nur je nach der Formation des Ansatzrohres der Klang mehr oder weniger verändert wird. Konsonanten dagegen sind diejenigen Laute der menschlichen Sprache, bei denen entweder neben der Stimme oder auch ohne die Stimme ein charakteristisches, für jeden einzelnen Konsonanten bezeichnendes Geräusch auftritt, mag dieses Geräusch nun ein Reibegeräusch oder ein Explosionsgeräusch sein, oder mag es endlich durch Zurückprallen der tönenden Luft an einigen Stellen des Ansatzrohres entstehen (Consonat aliquid, ergo consonans).

Nach P.-C. (ZEgSp 1920, X, 32; vgl. auch S. 117) ist obige Charakteristik der Konsonanten so zu ergänzen, daß zwischen den Wörtern „ohne die Stimme“ und „ein charakteristisches usw.“ noch die Bemerkung „oder sogar ohne die Atmung“ hinzukommt.

Vokale und Konsonanten sind wohl ungenaue Ausdrücke, werden aber hier beibehalten, weil sie jedem verständlich sind und weil bis jetzt kein besserer Ersatz für sie da ist. Bei der Besprechung dieser Klassen werden mit Rousselot naturgemäß als Ausgangspunkt die Organe benutzt, deren Tätigkeit am wichtigsten erscheint und am leichtesten zu beobachten ist.

Vokale (Öffnungslaute).

Zunge. Beim Hervorbringen der Vokale in der Reihenfolge *a e i* und *a o u* strebt die Zunge danach, ihre Spitze nach vorn bzw. ihre Wurzel nach hinten zu bringen und gleichzeitig sich von unten nach oben zu bewegen. Infolgedessen können die Vokale in vordere und hintere bzw. in offene und geschlossene unterschieden werden; die Mittel-

stellung, die als Ausgangspunkt für jede der Serien dient, ist die des sog. neutralen oder mittleren Vokals *a*. Der geschlossenste Vokal der Vorderreihe ist *i*, der geschlossenste der Hinterreihe *u*. Zwischen *a* und *i* liegt *e*, zwischen *a* und *u* befindet sich *o*. Die Frage der möglichen Zahl der Vokale beantwortet am deutlichsten Gutzmann wie folgt: Wie viele Vokale der Mensch überhaupt besitzt, ist nicht auszurechnen, und wenn in neuerer Zeit einige 90 Vokale aufgestellt worden sind, so darf der Erfinder dieses umfangreichen Vokalsystems (Bell) nicht glauben, daß er damit sämtliche Vokale wirklich dargestellt hat; denn die Zahl der wirklich möglichen Vokale ist ganz unbegrenzt. Es läßt sich zwischen *a* einerseits und zwischen *i* und *u* andererseits eine so zahllose Kombination von Stellungen konstruieren und mit einiger Geschicklichkeit sogar auch sprechen, daß man sagen muß, es besitzt eigentlich jeder sprechende Mensch eine besondere Serie von Vokalen, die ihm persönlich zur Verfügung steht. Es ist daher in der theoretischen Phonetik unumgänglich (Gutzmann weist auch darauf hin), sich darauf zu beschränken, gewisse Haupttypen von Vokalen zu bestimmen und festzuhalten, um die alle übrigen Schattierungen gruppiert werden können.

Rousselot hat am ausgiebigsten die Tätigkeit der Zunge, allerdings meistens an sich selbst, erforscht, und zwar im Mundraum und außerhalb desselben. Im Mundraum hat er die Bewegungen der Zunge durch die direkte Messung von Dr. Natier, mit dem künstlichen Gaumen und mit Gummibirnen untersucht; weiter hat er den Druck festgestellt, den die Zunge auf den Mundboden ausübt und sich dabei der Gummibirne bedient. Außerhalb des Mundraums hat er die Bewegungen der Zunge unter dem Kinn erforscht, bei direkter Messung seitens Dr. Natiers und durch eine Gummibirne, die unter dem Kinn befestigt war. Rous-

selot hat nur diejenigen Vokale untersuchen lassen, die er mit Sicherheit bilden konnte.

Der Artikulationspunkt des neutralen oder mittleren *a* liegt nach der direkten Messung von Dr. Natier im Innern des Mundes, 50 mm weit entfernt von den Zähnen. Von hier ausgehend erhält er für die Bewegungen der Zunge nach vorn bzw. nach hinten folgende Entfernungen in Millimetern zwischen dem Artikulationspunkt des betreffenden Vokals und den Zähnen.

Vokale der Vorderreihe[1]): *ą* 45, *ę* und *ǫ̈* 40, *ö* 37, *e* 35, *ẹ* 30, *ọ̈* 32, *ü* 26, *i* 25, *ụ̈* 23, *ị* 20;

Vokale der Hinterreihe: *ạ* 55, *ǫ* 60, *o* 65, *ọ* 70, *u* 75, *ụ* 80.

Für die Bewegungen der Zunge nach oben erhält Rousselot folgende Entfernungen zwischen dem Artikulationspunkt des betreffenden Vokals und dem Gaumen: mittleres *a* 13; Vokale der Vorderreihe: *ǫ̈* 13, *ą*, *ö* 10, *ę* 8, *e* 4, 5, *ö* 4, *ü* 3, *ẹ* 2, 5, *i* ca. 1; Vokale der Hinterreihe: *ạ* 18, *ǫ* 12, *o* 10, *ọ* 9, *u* 8, *ụ* 6.

P.-C. hat (Vox 1918, 172) die Gaumenfläche, die die Zunge bei ihren Bewegungen nach oben berührt, mit dem künstlichen Gaumen an 5 Vpn untersucht und die Ergebnisse am Planimeter ausgemessen. Er hat folgende Durchschnittswerte in Quadratmillimetern erzielt:

i 7, 8, *ẹ* 5, 28, *ę* 2, 56, *a* 0, *ǫ* 0,46, *ọ* 0,58, *u* 1,38. Es beträgt daher der Durchschnittswert des Flächeninhalts für die Vokale der Vorderreihe 5,2, für *a* 0,0 und für die Vokale der Hinterreihe 0,8 (Vorderreihevokale : Hinterreihevokale = 6,5 : 1).

Rousselot ließ die Bewegungen der Zunge auch von außen untersuchen. Dr. Natier, vom Kinn ausgehend, maß

[1]) Zur Darstellung der Schattierungen der Vokale durch Drucklettern dienen hier folgende Hilfsmittel: ̨ für offene, . für geschlossene Vokale, ˜ für Vokale mit Nasalresonanz. Mittlere Vokale erhalten kein Zeichen.

direkt das durch diese Bewegungen verursachte Einsinken der Muskeln des Mundbodens. Vokale der Vorderreihe: *a* 60 mm, *ą* 55, *ę* und *ǫ̈* 50, *ẽ* und *ö̃* 49, *ö* 45, *e* 40, *ọ̈* 35, *ẹ* und *ü* 30, *i* und *ụ̈* 20, *ị* 10; Vokale der Hinterreihe: *ã* 67, *ạ* 65, *ǫ* 55, *o* 50, *õ* 49, *ọ* 45, *u* 35, *ụ* 25.

Danach ist die Richtung der Bewegungen der Zunge dieselbe für die vorderen wie für die hinteren Vokale, obwohl sich für diese letzteren die Zunge nach hinten bewegt. Das erklärt Rousselot dadurch, daß diese Zahlen nicht die direkte Wirkung der Artikulationsbewegung, sondern das Ergebnis derjenigen Bewegung ausdrücken, die die Zungenbasis nach vorn führt.

Lippen. Bei *ą ę e ẹ i ị* öffnen sich die Lippen mäßig und erweitern sich nach den Seiten. Bei *ǫ̈ ö ọ̈ ü ụ̈* dagegen und bei *ạ ǫ o ọ u ụ* nähern sie sich und führen Bewegungen nach vorn aus, indem sie sich mehr oder weniger vorstülpen. Beide Bewegungsarten nehmen von *ą* bis *ị*, von *ǫ̈* bis *ụ̈*, von *ạ* bis *ụ* zu. Auf Grund dieser Tätigkeit der Lippen unterscheidet man der Tradition gemäß die Vokale der Vorderreihe in nichtlabialisierte und in labialisierte, indem man also das Vorstülpen der Lippen als wichtiger und maßgebender als die Bewegungen nach den Seiten annimmt, was nicht stimmt, weil sämtliche „labialisierte“ Vokale ohne die Hilfe der Lippen artikuliert werden können.

Unterkiefer. Dieses Organ kann sich senken und wieder heben, sowie sich nach vorn und zurück bewegen. Rousselot hat den durch die Senkung des Unterkiefers hervorgerufenen Abstand zwischen beiden Kiefern mit einem Zirkel in Millimetern gemessen; jedem erhaltenen Ergebnis addierte er 5 mm zu, was das Übereinandergehen der oberen Schneidezähne über die unteren darstellen soll. Der Abstand betrug für das mittlere *a* 20 mm; für die Vorder-

reihe: *ǫ̈* 19, *ę* 17, *e* 15, *i* 14, *ọ̈* 9, *ụ̈* 7; für die Hinterreihe: *ạ* 18, *ǫ* 16, *o* 13, *o* und *u* 10, *ụ* 8.

Wangen. Sie folgen, wie Rousselot hervorhebt, den Bewegungen des Unterkiefers und der Lippen, sind aber bis heute nicht zu untersuchen.

Zungenbein. Dieses Organ bewegt sich von vorn nach hinten bzw. von unten nach oben und umgekehrt. Außerdem kann es sich um seine horizontale Achse drehen. Es liegen einige Stichproben vor, die P.-C. (Vox 1919, 170) durch Röntgendiplogramme vorgenommen hat. Z. B. beim Aussprechen von *i* und *a* auf derselben Tonhöhe (*ges*) und in derselben Stärke weist das Diplogramm bei dem Übergang von *i* zu *a* deutlich eine vertikale Verschiebung des Zungenbeins auf; auch eine sagittale, obwohl geringe Verschiebung ist vorhanden. Für *i* befindet sich die vorderste untere Spitze des Körpers des Zungenbeins auf derselben Linie, die durch die obere hintere Kante des Körpers des 5. Halswirbels geht, für *a* stellen wir dieselbe Lage fest mit einer Verschiebung nach oben von 2,0 mm. Um *a* zu artikulieren, hat sich auch das Zungenbein um 2,0 mm rückwärts verschoben.

Kehldeckel. Dieses Organ führt dieselben Bewegungen wie das Zungenbein aus. Rousselot gibt die Ergebnisse von direkten Messungen durch Dr. Natier an seinem Kehldeckel an: der Kehldeckel zeigt sich erst für *ǫ* und steigt dabei um 1 mm über die Ruhelinie. Dann steigt er weiter für die Hinterreihe: *ạ* 2 mm, für das mittlere *a* 3, für die Vorderreihe: *ą* und *ǫ* 5, *ö* 6, *ę* und *ọ̈* 7, *ü* 8, *e* und *ụ̈* 9, *ẹ* 10, *i* 12. Weiter macht Rousselot die Messungen von Dr. Natier bekannt, die sich auf die Drehung des Kehldeckels um seine horizontale Achse beziehen: Ruhestellung = 0, für das mittlere *a* 11 mm; für die Vorderreihe: *ę* 10, *ẹ* und *i* 9, *ǫ̈* 7, *ö* 6, *ọ̈* *ü* *ụ̈* 5; für die Hinterreihe: *ạ* 10, *ǫ* 9, *ọ* 8, *u* 7, *ụ* 5.

Taschenbänder. Nach Rousselot nähern sie sich für die geschlossenen Vokale und gehen auseinander für die offenen Vokale, so daß sie im ersten Falle wie eine sich allmählich verlängernde Ellipse, im zweiten Falle wie ein Kreis aussehen. Weiter berichtet Rousselot, daß die Taschenbänder, indem sie sich nähern, sich gleichzeitig zusammenziehen und abrunden. Die laryngoskopische Untersuchung von Rousselot ergibt, daß die Taschenbänder sich für *ę e ẹ i ǫ̈ ö ọ̈ ü* sehr gut zeigen, auch die Bewegungen der fortschreitenden Schließung und Zusammenziehung sind mühelos zu sehen.

Gaumensegel. Das Gaumensegel (Gaumenbogen und Zäpfchen) kann den Zugang zur Nasenhöhle mehr oder weniger vollständig abschließen, indem es sich hebt. Rousselot hat die Bewegungen des Gaumensegels bei seinen Vokalen durch Dr. Natier visuell beobachten und schätzen lassen. Als er *a* artikulieren wollte, hob sich die hintere Hälfte des Gaumensegels und bildete in dem Mittelteil eine Kuppel, das Zäpfchen zeigte sich in einer Länge von 3 mm und war ca. 3—4 mm von der hinteren Wand des Schlundes entfernt, indem zwischen den Gaumenbogen 12—13 mm Öffnung blieb. Von *a* bis *i* oder von *a* bis *u* hob sich das Gaumensegel immer mehr, indem die Kuppel für *ą—i* spitzer, für *ǫ̈—ü* bzw. *ạ—u* dagegen runder wurde. Das Zäpfchen ging proportional zurück. Die Gaumenbogen entfernten sich immer mehr für *ą—i*, näherten sich dagegen für *ǫ̈—ü* und *ạ—u*.

Betreffs der Untersuchung der absoluten Sperrung des Ganges vom Mund zur Nase seitens des Gaumensegels haben sich Rousselot sowie seine Schüler einerseits und Gutzmann andererseits derselben Technik bedient. Rousselot steckt eine Nasenolive in ein Nasenloch und läßt das andere frei; manchmal benutzt er eine Olive für jedes

Nasenloch, die er dann durch ein T-Rohr verbindet; Gutzmann verzichtet auf das T-Rohr, er verwendet nur eine Olive und schließt das andere Nasenloch zu. Beide Gelehrte haben auch dieselben Ergebnisse erzielt:

1. Bei der Untersuchung eines Nasenlochs erhalten sie für obige Vokale keinen Ausschlag, sondern nur mehr oder weniger schwache Schwingungen;

2. bei der Untersuchung beider Nasenlöcher dagegen erzielen sie deutliche Ausschläge, die im großen und ganzen von *a* nach *i* bzw. nach *u* größer und kräftiger werden.

Nach Rousselot und seinen Schülern weisen die Schwingungen bzw. die Ausschläge mit Deutlichkeit auf eine graduelle Schwäche des Gaumensegelverschlusses gegen die Wand des Schlundes und auf den Intensitätsgrad der Nasalresonanz hin. Auch Gallé (AItLOR 1908, XXV, 502), Gradenigo (AIORL 1914, XXV, 379) und Réthi (38. BPAK 1915) schließen sich im großen und ganzen Rousselot an.

Andererseits zieht Gutzmann gerade entgegengesetzte Schlüsse aus obigen Ergebnissen: Daraus, daß bei der Untersuchung mit einer Nasenolive Schwingungen auftreten, darf nicht gefolgert werden, daß der betreffende Vokal nasal ist, da bei einigermaßen empfindlicher Kapsel auch die Vibrationen des Gesichts wiedergegeben werden. Mit anderen Worten: die Schwingungen rühren wohl von der Stimme her, sind aber nicht auf eine nasale Resonanz zurückzuführen, sondern auf eine Fortpflanzung der Stimmschwingungen durch die knöchernen Teile (Fremitus) auf die Nasenolive. Die bei der Untersuchung mit beiden geschlossenen Nasenlöchern gewonnenen Ausschläge rühren nach Gutzmann daher, daß, wenn das Gaumensegel bei vollkommen geschlossener Nasenhöhle in die Höhe geht und sich luftdicht an die hintere Rachenwand anlehnt, die oberhalb des Gaumensegels befindliche Luft nicht entweichen

kann und durch das sich hebende Gaumensegel einen Stoß nach vorwärts bekommt. Zur Bestätigung der Richtigkeit dieses Schlusses verbindet Gutzmann nach Hartmann die eine Nasenhöhle mittels einer Nasenolive mit einem Gebläse, die andere Nasenhöhle mittels einer zweiten Olive mit einem Hg-Manometerrohr. Wenn er nun das aufgeblasene Gebläse mit den Fingern oder mit einem Quetschhahn staut, die Vp einen Vokal lang anhaltend sprechen läßt und dann den Hahn öffnet, so rückt die jetzt plötzlich freigemachte, gestaute Luft durch die Olive in die eine Nasenhöhle, entweicht in die andere Nasenhöhle und wirkt so auf die Hg-Säule. Das tut sie so lange, wie das Gaumensegel dem Druck standhält, so daß an dem Ausschlag der Hg-Säule die Kraft des Gaumensegels direkt abgelesen werden kann. Nach diesem Verfahren hat Biebendt 5000 Messungen an 100 Kindern von 8—16 Jahren (52 Mädchen und 48 Knaben) u. a. über die Vokale *i e a o u* vorgenommen; die Vpn sagten die Vokale in Sprechtonhöhe mit gewöhnlicher Sprechtonstärke. Er erhielt folgende Durchschnittsausschläge in mm Hg : *i* 41,2 *e* 41,5, *a* 38,2, *o* 42,2, *u* 41,5 und kam zu Schlüssen, die mit denen von Gutzmann und Scheier übereinstimmen.

Rousselot ist also der Meinung, daß das Gaumensegel den Gang zwischen Mund und Nase nicht völlig verschließt. Zieht man die letzte Konsequenz, so ist nach Rousselot die Stimme überhaupt stets nasal und jeder Laut auch; es kämen nur Gradunterschiede in Betracht.

Gutzmann sagt dagegen, daß ein luftdichter Verschluß seitens des Gaumensegels stattfindet. Lehnt man sich an Gutzmann, so existieren Vokale, bei denen das Gaumensegel den Gang zwischen Mund und Nase völlig abschließt; sie werden orale Vokale genannt. Alle diese Vokale aber erhalten eine andere Farbe, sobald das Gau-

mensegel herunterhängt, und werden dann nasale Vokale genannt.

Hervorzuheben ist noch die Feststellung nach Rousselot, daß am Ende der Kurven der Vokale ein kräftiger Hauch durch die Nase geht. Nach Rousselot ist das leicht zu erklären; Gutzmann zufolge käme das zustande, indem nach beendigter Phonationstätigkeit wegen des gegen den Mund gehaltenen Trichters die Exspiration am bequemsten durch die Nase erfolgt.

Konsonanten.

Aus denselben für die Vokale angegebenen Gründen werden in der theoretischen Phonetik auch für die Konsonanten nur gewisse Haupttypen bestimmt. Um diese lassen sich dann alle Schattierungen gruppieren.

a) Engelaute.

Die an den verschiedensten Stellen des Ansatzrohres stattfindende Enge kann bei dem Herauskommen des Phonationsstromes eine Reibung oder ein Zittern hervorrufen.

Lippen. Die Enge kann mit beiden Lippen gebildet werden, indem diese etwas vorgestülpt und bis auf eine kleine Öffnung geschlossen werden (bilabiales *f* und *v*)[1]; oder die Lippen stülpen sich vor und verengern sich bis auf eine der *u*-Stellung ähnliche Öffnung, indem sich gleichzeitig die Zunge entweder etwas mit dem Rücken (bilabialis *w*), oder mit dem Vorderteil (bilabialis *w*) hebt. Die Enge kann auch weiter mit der eingezogenen Unterlippe erfolgen, deren innerer Rand von den oberen Schneidezähnen berührt wird (labiodentales *f* und *v*). Bei der Bildung dieser letzten Enge kann der Fall eintreten, daß gleichzeitig die Zunge dieselbe Enge wie für *s* und *z*[2]) bildet (labioalveolares *s* und *z*).

---

[1]) *v* ist ein stimmhaftes *f*.
[2]) *z* ist ein stimmhaftes *s*.

Bleiben die Lippen flach, wenig vorgestülpt, und vibrieren sie kräftig, so entsteht ein bilabiales *r*.

Bei den übrigen Engelauten sind die Lippen unbeteiligt; nur bei *š* und *ž*[1]) stülpen sie sich vor und bilden so eine kleine Enge, die aber nur von untergeordneter Bedeutung für das Zustandekommen dieses Lautes ist.

Zunge. Dieses Organ bildet die Enge entweder mit ihrem Vorderteil oder mit ihrem Rücken. Die Zunge kann flach liegen und mit ihrer Spitze eine spaltförmige Öffnung entweder zwischen den Vorderzähnen oder mit der unteren Seite der oberen Zähne bilden (interdentales *s* und *z*); oder sie kann sich mit der Spitze gegen die unteren oder oberen Schneidezähne stützen und sich seitlich an die Backzähne und deren Alveolen legen, indem sie in der Mitte eine Rinne bildet (alveolares *s* und *z*). Von diesen letzteren Lauten ausgehend, kann die Enge auch dadurch erfolgen, daß sich die Zunge zurückzieht, indem ihr Vorderteil niedergedrückt ist oder ihre Spitze sich hebt (alveolares *s* und *z*). Weiter kommt die Enge zustande, wenn sich die Zunge mit der Spitze gegen die unteren Schneidezähne stützt, der übrige Teil sich gegen den harten Gaumen hebt und dort eine Enge bildet (palatales *χ́* und *γ́*)[2]); oder auch, indem von *s* und *z* ausgehend der vordere Teil der Zunge keine Rinne mehr bildet, sondern sich gegen den harten Gaumen legt und nur an den Seiten offen bleibt (laterales *s* und *z*). Weiter wird der vordere Teil der Zunge zwischen die vorderen Zähne geschoben und so auf einer oder auf beiden Seiten die Enge gebildet (interdentalis *l*); oder es berührt der Vorderteil der Zunge mit seinem Rande die Rückseite der oberen Vorderzähne (dentalis *l*); oder er ist gehoben und berührt mit der Spitze die Alveolen (alveolaris *l*); oder die

[1]) *š* und *ž* stellen stimmloses bzw. stimmhaftes *sch* dar.
[2]) *χ́* und *γ́* stellen stimmloses bzw. stimmhaftes *ch* (wie in ich) dar.

Zungenspitze berührt den vorderen harten Gaumen, indem die Vorderzunge hinter der Berührungsstelle ausgehöhlt wird (cerebralis *l*). Endlich kann der Vorderteil der Zunge in seiner ganzen Breite den harten Gaumen berühren und an einer oder sonst an beiden Seiten eine Enge freilassen (palatalis *l*).

Außer diesen Reibungen kann die Zungenspitze ein Zittern hervorrufen, indem sich ihre Spitze gegen die Alveolen hebt und gleichzeitig vibriert; ihre Seitenränder berühren die Backzähne und deren Alveolen (alveolaris *r*); weiter, indem sich die ganze Artikulationsbasis zurückzieht, so daß die Zunge gegen den vorderen harten Gaumen gehoben ist (cerebralis *r*).

Mit dem Rücken kann die Zunge eine Reibung hervorrufen, indem sie sich völlig zurückzieht und die Hinterzunge gegen das Gaumensegel mit spaltförmiger Öffnung gehoben ist (velares χ und γ)[1]. Eine Enge kann mit der Hinterzunge hervorgerufen werden, indem, von dentalis *l* ausgehend und die Artikulationsbasis dieses Lautes beibehaltend, sich die Hinterzunge gegen den weichen Gaumen hebt.

Bei den übrigen Engelauten beteiligt sich die Zunge nicht.

Über die Tätigkeit von Unterkiefer und Wangen fehlen Untersuchungen.

Zungenbein. Es liegen über dieses Organ nur spärliche Stichproben vor, die P.-C. (Vox 1919, 170) durch Röntgenpolygramme vornahm. Die Vp sprach zwei stimmlose Verschlußlaute, und zwar das alveolare *t* und das velare *k*. Die vorderste untere Spitze des Körpers des Zungenbeins liegt 4,0 mm höher als die vordere untere Kante des 4. Halswirbels, gleich für *t* und für *k*. Es zeigt beständig einen

---

[1] χ und γ stellen stimmloses bzw. stimmhaftes *ch* (wie in ach) dar.

Winkel von 28°. Das Zungenbein hat also scheinbar trotz der Verschiedenheit der Artikulation keine Bewegungen gemacht. Weiter sprach die Vp ein präpalatales *k* und ein postpalatales *k*. Das Zungenbein befindet sich für das präpalatale *k* mit der vordersten unteren Spitze seines Korpus auf derselben Ebene wie die hintere untere Kante des 4. Halswirbels. Sobald die Vp mit der ganzen Zunge zurückgeht, um das postpalatale *k* auszusprechen, zeigt das Diplogramm durch einen bedeutenden Sprung des Zungenbeins in vertikaler Richtung nach unten, daß ein starker Druck auf dieses Organ ausgeübt worden ist. Diese Bewegung nach unten beträgt 13,8 mm, so daß das Zungenbein auf dieselbe Höhe kommt mit der hinteren unteren Kante des Körpers des 5. Halswirbels. Außerdem hat bei der Bildung des postpalatalen *k* das Zungenbein eine sagittale Bewegung von 4 mm rückwärts gemacht. Es ist auch ein Unterschied in dem Neigungswinkel des Zungenbeins für das präpalatale und für das postpalatale *k* festzustellen, denn für den ersten Laut beträgt der Winkel 19°, dagegen für den zweiten 48°.

Kehldeckel. Auch hierüber sind wir auf eine einzige Stichprobe, die von P.-C. (Vox 1919, 170) durch Röntgenpolygramme vorgenommen wurde, angewiesen. Die Vp sprach alveolares *t* und velares *k*. Dabei scheint der Kehldeckel in vertikaler Beziehung für *k* 4,8 mm tiefer und in sagittaler Beziehung ebensoviel zurückgegangen zu sein, so daß der Abstand zwischen Kehldeckelspitze und der hinteren Rachenwand für *t* 8,0 mm, dagegen für *k* nur 4,8 mm beträgt. Das Sinken des Kehldeckels ist auf die Bewegungen der Zunge nach hinten zurückzuführen, um das *k* zu artikulieren.

Gaumensegel. Für die Engelaute gilt mutatis mutandis das für die Vokale (S. 102) Gesagte. Biebendt hat *f v s*

und *z* in derselben, S. 104 erwähnten Weise untersucht, aber anstatt 5000 nur 4000 Ausmessungen vorgenommen. Er erhält folgende Enddurchschnittswerte in Hg-mm: *f* 58,3, *v* 51,3, *s* 62,6, *z* 52,2 und zieht diese Schlüsse: 1. es fand stets ein fester Abschluß seitens des Gaumensegels, und zwar größer als bei den Vokalen statt; 2. bei *v* war der Verschluß am schwächsten, bei *s* am stärksten, es ergibt sich also die Reihenfolge: *v*, *z*, *f*, *s*; 3. das Alter ist ohne Belang, die Konstitution übt einen gewissen Einfluß aus, das Geschlecht scheint keine Bedeutung zu haben.

Auch das Zäpfchen kann ein Zittern hervorrufen, indem es bei etwas gehobenem Zungenrücken zu schwingen anfängt (velares *r*).

b) Verschlußlaute.

Lippen. Der Verschluß erfolgt, indem die Lippen mit mehr oder weniger Kraft, die graduatim bei den Labiales *p*, *b* und *m* abnimmt, gegeneinandergepreßt werden, oder durch eine Berührung des inneren Randes der Unterlippe mit den oberern Zähnen (labiodentalis *m*). Bei den Labiovelares *p*, *b* und *m* findet der Verschluß gleichzeitig auf den Lippen und am Gaumensegel statt, das vom Zungenrücken berührt wird.

Sonst spielen die Lippen bei den anderen Verschlußlauten keine nennenswerte Rolle.

Die Lippen können auch Saugbewegungen ausführen und bringen in dieser Weise Schnalze zustande (labialer Schnalz).

Zunge. Wie bei der Bildung der Engelaute beteiligt sich abwechselnd die Vorder- oder die Hinterzunge. Mit der Vorderzunge geschieht der Verschluß, indem sie sich zwischen die vorderen Zähne schiebt und diese sowie die Innenseite der Backzähne berührt (interdentales *t*, *d* und *n*); oder indem die Zunge mit ihrem Saum die Innenseite aller Zähne

berührt und der Verschluß an den Zähnen gebildet wird (dentales *t*, *d* und *n*); oder durch die Berührung der Alveolen seitens des Saumes der Zunge (alveolares *t d n*); anstatt z. B. durch Berührung der Alveolen kann der Verschluß auch dadurch stattfinden, daß die Zunge weit zurückgezogen wird und den vorderen harten Gaumen trifft (cerebrales *t*, *d* und *n*). Ausgehend von dentales oder alveolares oder cerebrales *t d n* kann sich die Artikulationsbasis bis an den hinteren harten Gaumen ausdehnen, indem die vordere Zungenfläche den in Betracht kommenden Teil des Gaumens berührt (palatales *t d n*). Bleibt der Verschluß wie bei den Dentalen, Alveolaren oder auch Cerebralen, erfolgt aber die Sprengung dieses Verschlusses an den Seiten, so entstehen laterale *d* und *t*.

Die Zunge kann außerdem auch durch eine Saugbewegung, die hauptsächlich durch die Vorderzunge ausgeführt wird, einen Verschluß bilden, u. a. in folgender Weise: der Saum der Zunge ist an den vorderen Seitenzähnen (dentaler Schnalz); die Zungenspitze biegt sich nach oben und berührt mit ihrer Unterfläche die vorderen Alveolen (alveolarer Schnalz); die Zunge berührt mit ihrem vorderen Saum den hinteren harten Gaumen, biegt sich löffelartig nach unten und bildet so einen Verschluß; geht sie plötzlich nach unten, hört man einen Knall wie beim Entkorken einer Flasche (zerebraler Schnalz); die Zunge berührt mit ihrem Saum ringsherum die Alveolen, die Saugbewegung findet beiderseits an den Backzähnen oder auch links oder rechts statt (lateraler Schnalz).

Mit der Hinterzunge findet ein Verschluß statt, indem die Zunge ihren Vorderteil auf dem Mundboden liegen läßt und mit der Fläche des Zungenrückens bis ca. an den vorderen harten Gaumen sich ausdehnend, die ganze Gaumenfläche berührt (palatales *k*, *g* und *n*). Zieht sich von diesen

letzten Lauten ausgehend der Zungenrücken etwas zurück, so berührt er nur das vordere Gaumensegel (velares *k g n*) und manchmal sogar das hintere Gaumensegel ganz weit hinten (postvelaris *k*).

Bei *p b m* beteiligt sich die Zunge in keiner Weise.

Über die Tätigkeit von Unterkiefer, Wangen, Zungenbein und Kehldeckel fehlen umfassende wissenschaftliche Untersuchungen.

Gaumensegel. Hierüber gilt mutatis mutandis das für die Vokale (S. 102) Gesagte. Biebendt nahm mit derselben, S. 104 beschriebenen Apparatur einige Stichproben (20 Vpn je zwei Messungen) über das *k* vor. Er stellt einen festen Verschluß = 17,5 mm Hg fest.

2. Kehlkopf.

Bewegungen im Kehlkopf. — Schwingungsart. Rousselot berichtet über die Ergebnisse der Laryngoskopie seitens Dr. Natiers betreffs der Vokale. Bei einer Frau hat dieser feststellen können:

1. daß die Glottis eine lineare Spalte aufwies für *ę ǫ̈ ọ̈*, eine spindelförmige für *e* und eine elliptische für *i*;

2. daß die Stimmlippen leicht geöffnet sind für *ę*, etwas mehr für *ẹ* und noch mehr für *i*;

3. endlich, daß die Stimmlippen, die für die übrigen Vokale flach liegen, sich zusammenziehen und die Form von Bändern für *ị* annehmen.

Bei zwei anderen Vpn hat Dr. Natier feststellen können, daß die Stimmlippen sich immer mehr zusammenziehen bei *a ę ẹ i* bzw. *ǫ̈ ọ̈ ü* bzw. *ǫ ọ u*; die Ränder, die zuerst gespannt sind, runden sich fortschreitend; die Glottisspalte erweitert sich entsprechend, entweder spindelförmig oder gleichlaufend, je nachdem der Ton mehr oder weniger tief ist.

Rousselot hat mit Hilfe von ganz kleinen Schreibkapseln

synchronische Aufnahmen von Vokalen am Kymographion gemacht. Er stellte fest, daß schon auf der Linie des Kehlkopfes jede Periode, obwohl etwas schwächer, jedenfalls sehr scharf, genau so aussieht wie die entsprechende auf der Linie des Mundes. Er veröffentlicht derartige Bilder, wo auf den Perioden der Linie des Kehlkopfes sogar makroskopisch die tiefen harmonischen Töne zu sehen sind, die im Mund verstärkt wurden. Die Übereinstimmung ist um so deutlicher, je weiter und zahlreicher die Zacken sind. Daraus schließt Rousselot, daß der Vokal schon in den Schwingungen der Stimmbänder vorhanden ist.

Über Konsonanten fehlen Angaben.

Grad und Ort der Stimme. Je nachdem die Stimmbänder den Luftstrom unterbrechen oder nicht, unterscheidet man zwischen stimmhaften und stimmlosen Lauten. Das sind aber nur Extreme, zwischen denen sich zahlreiche Zwischenstufen finden, denn die Stimmhaftigkeit kann

1. nicht nur während der Dauer des ganzen Lautes, sondern auch nur eine Zeitlang, und zwar

2. entweder bloß am Anfang oder am Ende oder in der Mitte oder auch gleichzeitig an mehreren Stellen des Lautes auftreten.

Eine einzige Ausnahme bilden in dieser Beziehung die durch Muskelbewegungen im Ansatzrohr allein gebildeten Laute (z. B. Schnalze), die stets stimmlos sind, was sich aus ihrer Natur selbst ergibt, weil für deren Bildung noch nicht einmal die Atmung nötig ist.

Betreffs der Frage über das Verhalten der Stimmlippen bei den stimmlosen Lauten muß ein non liquet ausgesprochen werden. Rosapelly steckte einen mit einem Loch versehenen Korkstopfen zwischen die Kiefer der Vp und sah laryngoskopisch, daß bei der Bildung von *p* die Glottis offen war. Zünd-Burguet (EtPhEx 1904, 85) sah durch

dasselbe Verfahren von Rosapelly, daß bei *p* die Glottis völlig geschlossen war. E. A. Meyer (NrSp 1913, XXI, 65) stellte durch die Endoskopie fest, daß bei dem *p* mit gehauchtem Absatz die Stimmlippen sich in Weitstellung befanden; bei dem *p* mit weichem Absatz waren die Stellknorpel in ihrem hinteren Teile völlig geschlossen, die Stimmritze bildete eine schmale, vorn und bisweilen auch hinten zugehende Spalte. Alle Stellungen wurden sogleich beim Einsetzen des Lippenverschlusses eingenommen.

Ein- und Absätze. Ein und derselbe Laut, einerlei ob Vokal oder Konsonant (Schnalze und sonstige ähnliche Laute ausgeschlossen), kann gehaucht, weich, hart, gepreßt, ja sogar mit Kombinationen dieser vier Möglichkeiten ein- und abgesetzt werden; daß sich dadurch seine Farbe entsprechend ändert, liegt auf der Hand.

Bewegungen des Kehlkopfes. Rousselot macht die Ergebnisse der an ihm selbst von Dr. Natier direkt vorgenommenen Messungen bekannt. Was die vertikalen Bewegungen für die Vokale anbelangt, so nimmt *a* mit 11 mm die mittlere Stellung ein; von hier bis zu *i* hebt sich der Kehlkopf: *ǫ̈* und *ö̃* 9, *ą* und *ö* 12, *ę* und *ẽ* 12,5, *e* und *ọ̈* 13, *ẹ* 14, *i* 15, *ị* und *ü* 17, *ụ̈* 19; dagegen von *a* bis *ụ* senkt sich der Kehlkopf: *ạ* und *ã* 10, *ǫ* 9, *o* und *õ* 8, *ọ* 7, *u* 6, *ụ* 4. Die sagittalen Bewegungen betragen — indem die Ruhestellung = 0 ist — für die *a*-Gruppe 2 mm, für die *i*- und *ü*-Gruppe 5 und für die *u*- Gruppe 6; die übrigen Vokale nehmen die dazwischen liegenden Stellungen ein.

Gutzmann (PSB 1908, I, 89) hat folgendes mit dem Zwaardemakerschen Laryngographen betreffs der vertikalen Bewegungen bei den Vokalen festgestellt: *a* weist die geringste Bewegung auf, der Kehlkopf geht nur ein wenig nach oben; für *e* und *i* sind merklichere Abweichungen aus der Nullinie, und zwar meistens nach oben; für *o* und *u*

findet eine Bewegung nach unten statt, und zwar für *u* stärker als für *o*. Was die sagittalen Bewegungen anbelangt, so sind sie für *a* = 0; für *e* und *i* erfolgen sie nach vorn, und zwar sind sie stärker beeinflußt als die vertikalen; für *o* und *u* erfolgen sie auch deutlich nach vorn.

Weiter hat Gutzmann nach demselben Verfahren auch die Bewegungen des Kehlkopfes bei den Konsonanten untersucht. Bei den stimmlosen Reibelauten sind die Abweichungen von der Nullinie in vertikaler und sagittaler Beziehung unbedeutend. Bei *f* zeigt sich ein leichtes Herabgehen des Kehlkopfes, bei *s* ein leichtes Vortreten, bei *χ́* und *š* manchmal ein leichtes Herabtreten und in anderen Fällen ein leichtes Heben des Kehlkopfes. Die sagittalen Bewegungen des Kehlkopfes sind außerordentlich gering. Die stimmhaften Reibelaute zeigen dagegen wesentlich größere Abweichungen von der Nullinie. Dieses Verhältnis zwischen stimmlosen und stimmhaften Reibelauten zeigt sich bei allen Individuen.

Was die Vibranten anbetrifft, so zeigt sich bei *l* ein deutliches Herabgehen des Kehlkopfes und bei *r* ein deutliches Steigen desselben. Die sagittale Kurve verändert sich nur bei *l* ein wenig als Ausdruck für ein leichtes Vortreten des Schildknorpels, bei *r* bleibt sie in ihrer Indifferenzlage und zeigt nur die Zitterbewegung des Lautes an.

Was die stimmlosen Verschlußlaute anlangt, so sind bei *p* und *t* die Bewegungen jedesmal sehr gering. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Kehlkopfbewegung eigentlich der Explosion vorangeht, so daß es den Anschein hat, als ob sie durch die Stauung der Luft, die bei den Explosionslauten ja statthaben muß, hervorgerufen wird. Immerhin sind auch diese Bewegungen bei *p* und *t* minimal, größer sind sie dagegen bei *k*. Bei den stimmhaften Verschlußlauten stellt man mutatis mutandis dasselbe wie für die stimmlosen fest.

3. Atmung.

Die Laute werden unterschieden, je nachdem sie von der Atmung abhängig oder unabhängig sind. Bei den abhängigen findet der Vorgang normaliter beim Exspirium, seltener dagegen beim Inspirium statt. Nach P.-C. (ZEgSp 1920, X, 32), der bei der Behandlung dieser Frage den Mund (mit einem Trichter), die Nase (mit einer Olive) und das Respirium costale (mit einem Pneumographen) untersucht hat, ist ihrer Bildung jedenfalls seitens der Atmung eine Grenze gesetzt. Denn sobald für die exspiratorischen das Exspirium, bzw. für die inspiratorischen das Inspirium zu Ende ist, hört die Artikulation auf, weil kein Atem mehr zur Bearbeitung vorhanden ist. Ihr Zustandekommen ist mit der Luftzufuhr innig verbunden. Sie sind also von der Atmung abhängig, daher müssen bei ihnen die Atembewegungen, die Atemmenge, der Atemdruck, die Geschwindigkeit sowie die Form und Zusammensetzung des Stromes untersucht werden.

Von der Atmung abhängige Laute.

a) Exspiratorische Laute.

Über die Atembewegungen fehlen die Materialien.

Betreffs des Atemvolumens bestätigt Rousselot am Kymographion und am Manometer die von Roudet am Verdinschen Spirometer vorgenommenen Untersuchungen. Die Vokale *u ọ ǫ ạ ą ę e ẹ i* wurden auf Note *d* eine Sekunde lang mit möglichst gleichbleibender Stärke gesprochen. Roudet stellte einen Durchschnittsluftverbrauch in Zentilitern fest: *u* 22,6, *ǫ* 21,7, *ọ* 16,5, *ạ* 13,1, *ą* 15,7, *ę* 16,2, *e* 19,6, *ẹ* 21,3, *i* 26,3. Also je geschlossener die Mundhöhle, desto größer das Atemvolumen. Weiter untersuchte Roudet den Durchschnittsluftverbrauch für die Vokale mit verschiedenen Einsätzen und kam zu folgendem

Ergebnis: Die Vokale mit leisem Einsatz bedingen einen größeren Durchschnittsluftverbrauch als die mit hartem Einsatz; die Vokale mit gehauchtem Einsatz einen noch größeren als die mit leisem (vgl. S. 67).

Betreffs der Geschwindigkeit hat sich Rousselot auf einige Untersuchungen über die Vokale von Rigal gestützt und daraus den Schluß gezogen, daß die Geschwindigkeit zunimmt mit dem Zunehmen des Grades der Verschließung des Mundes bei den untersuchten Vokalen. Das stimmt grundsätzlich mit den Ergebnissen von Zwaardemaker überein, nach dem die Geschwindigkeit des durch das Ansatzrohr gehenden Luftstroms je nach der Größe der Öffnung verschieden ist. Thooris (RvPh 1911, 163) kommt zu demselben Ergebnis von Rousselot durch Untersuchungen an einer Vp, welche die in einer Fiocreschen Tube enthaltene Rauchmenge einatmete und beim Sagen der Vokale wieder ausatmete. Er maß die Geschwindigkeit, indem er mit einem Chronographen die Dauer des Ausströmens der Luft feststellte. Thooris (RvPh 1911, 163) schließt aus manometrischen Untersuchungen über Vokale, daß mit dem Zunehmen des Grades der Verschließung des Mundes auch der Druck zunimmt.

Was die Form und die Zusammensetzung des Luftstroms anbelangt, so stützt sich Rousselot u. a. auf die Untersuchungen von Thooris mit Hilfe der Tube von Fiocre bei den verschiedenen Vokalen. Thooris füllt zuerst die Tube mit Tabakrauch und setzt dann das krumme Ende an verschiedene Stellen des Ansatzrohres gegen die Basis des Zäpfchens, an die Grenze zwischen hartem und weichem Gaumen, vor die Schneidezähne und die Lippen, und hinter die linken Backzähne. Der Rauch wird je nachdem vertrieben, gesogen oder bleibt stehen. Thooris beobachtete auch diese Vorgänge an der oben erwähnten Vp, die beim

Phonieren eine bestimmte, aus einer Fiocreschen Röhre eingeatmete Rauchmenge wieder ausatmete.

Was die Konsonanten anbelangt, so fand Roudet (vgl. oben), daß die Engelaute einen geringeren Durchschnittsluftverbrauch bedingen als die Verschlußlaute, und zwar in dieser Steigerung: die stimmhaften Engelaute weniger als die stimmlosen, bzw. die stimmhaften Verschlußlaute weniger als die stimmlosen; stimmlose Verschlußlaute mit gehauchtem Absatz verursachen einen größeren Durchschnittsluftverbrauch.

b) Inspiratorische Laute.

Es fehlen Angaben.

Von der Atmung unabhängige Laute.

Manche nur durch Muskelbewegungen im Ansatzrohr allein entstandene Laute, wie z. B. die Schnalze, sind weder exspiratorische noch — entgegen der noch heute hier und da vertretenen Meinung — inspiratorische Laute, denn zu ihrer Bildung ist keine Atmung nötig. Die Vp bringt z. B. die Schnalze lediglich dadurch hervor, daß sie eine im Munde gebildete Saugbewegung mit der Zunge ausführt ohne jegliche Unterbrechung der nasalen Atmung, ebensogut beim Inspirium wie beim Exspirium, und ohne daß das kymographische Bild auf der Linie des Mundes in irgendeiner Weise geändert wird. Die Schnalze sind also von der Atmung völlig unabhängig. Beweise hierfür hat P.-C. (ZEgSp 1920, X, 32) durch die graphische Methode gebracht.

Die am Kymographion erhaltenen Bilder der von der Atmung abhängigen bzw. unabhängigen Laute sind klar und deutlich genug, um diese zwei Klassen von Lauten zu kennzeichnen. Allerdings liefert nur eine synchronische Aufnahme vom Cavum oris und von anderen Organen, ins-

besondere der Nase und der Atmung, die gewünschte Auskunft.

Man kann wohl auch ein *t* ununterbrochen hervorbringen und dabei unbehindert ein- und ausatmen, indem das *t* abwechselnd exspiratorisch und inspiratorisch gebildet wird. Die Kymographionskurven beweisen, daß diese Tätigkeit nichts mit dem Schnalzen gemein hat, denn wenn man abwechselnd ein exspiratorisches und ein inspiratorisches *t* spricht, ändert sich dementsprechend das Bild, indem der Ausschlag einmal positiv und einmal negativ wird, und es kann nicht anders sein, weil man zwei verschiedene Laute bildet. Dagegen bleibt z. B. beim Schnalzen das Bild negativ, weil man stets ein und denselben Laut hervorbringt.

Lautgruppen.

Sobald ein Laut mit einem anderen in Berührung kommt, gibt er etwas von seiner Selbständigkeit auf, wird ein Teil eines mehr oder weniger komplexen Ganzen und kann daher nur in Beziehung zu seiner Umgebung betrachtet werden. Auf Grund von Stichproben, die in erster Linie durch die Untersuchung der artikulatorischen Bewegungen am Kymographion und mit dem künstlichen Gaumen vorgenommen wurden, hat Rousselot folgende Ergebnisse erzielt:

Vokal + Vokal.

Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vokalen kann die Stimme eine absolute Fortdauer haben.

Durch die Vermittlung von Übergangslauten kann ein mehr oder weniger schneller Übergang zwischen zwei Vokalen bewerkstelligt werden. Zu diesem Ergebnis war übrigens bereits Martens mit dem Hensenschen Sprachzeichner gekommen. Seitens komplexer Vokale zeigt sich

die Neigung zur Einheit, bzw. erfolgt eine Fixierung der Gruppe durch die Konsonifizierung eines der Elemente.

Konsonant + Konsonant.

1. Ansatzrohr.

Orale Konsonanten. Wenn die Konsonanten mit zwei verschiedenen Organen gebildet werden (*pl*, *fl*), können die hierzu nötigen Bewegungen synchronisch erfolgen. Aber die Zunge bewegt sich mit Verspätung wegen der Implosion, falls es sich um eine inlautende Gruppe (*apta*) handelt, und wegen der mildernden Beeinflussung des Kehlkopfes auf die Artikulation, falls die Gruppe völlig stimmhaft (*vla*, *bla*) ist. Jedenfalls ist in dem Augenblick, wo der erste Konsonant artikuliert wird, der zweite Konsonant schon fertig.

Wenn die inlautende Gruppe von zwei Verschlußlauten (*apla*) gebildet ist, so besteht der erste Konsonant aus der Vorbereitung (tension), der zweite aus dem Halten (tenue) und dem Verlassen (détente).

Wenn die Konsonanten mit ein und demselben Organ gebildet werden, dann sind zwei Fälle möglich:

a) Die Artikulation erfolgt an derselben Stelle (*tla*), dann findet am Anfang eine einzige Bewegung für die beiden Konsonanten statt;

b) die Artikulation erfolgt an zwei verschiedenen Stellen (*kla*, *gra*), dann finden die Bewegungen nacheinander statt.

Nasale Konsonanten. Ist der letzte Konsonant nasal, so fällt die Kombination verschieden aus, je nachdem eine oder zwei Artikulationsbewegungen nötig sind.

Ist bloß eine (*apma*, *asna*) erforderlich, so besteht der erste Konsonant aus einer oralen Implosion und aus einer nasalen Explosion.

Gibt es zwei (*akna*), so hat jeder Konsonant seine Explosion, aber der Nasalstrom, der gleich nach dem Verschluß des Mundes seitens der Zunge beginnt, ist sehr ausgiebig und drückt gegen den Gaumen bis zum Augenblick der Explosion im Munde.

2. Kehlkopf.

Rousselot hat durch Untersuchungen an sich selbst zwei Gruppen von Konsonanten festgestellt, von denen eine bezüglich des Grades und des Ortes der Stimme stark assimilierbar ist (u.a. *p d b t k g f v s z š ž*), die andere dagegen bedeutend weniger (u. a. *l m n r*).

Konsonant + Vokal und Vokal + Konsonant.

Das Verlassen (détente) der einen Artikulation entspricht der Vorbereitung (tension) der anderen, wobei die Stimmein- und -absätze eine große modifizierende Rolle spielen.

Die Implosion bzw. Explosion des Konsonanten beeinflußt den benachbarten Vokal.

Der Einfluß des Konsonanten auf den Vokal ist besonders bei Nasalvokalen bemerkbar, weil dann die Nasalität mehr oder weniger verschwindet.

Der Einfluß der Nasalkonsonanten auf die Vokale ist ganz besonderer Natur.

Der Einfluß des Vokals auf den Konsonanten ist besonders deutlich, wenn beide mit einem verschiedenen Organ gebildet werden (*pu*, *pa*). Es tritt dann eine ausgesprochene gegenseitige Kompenetration ein.

P.-C. hat (Vox 1918, 172) die Berührungsfläche des Gaumens seitens der Zunge mit dem künstlichen Gaumen an 5 Vpn untersucht und die Ergebnisse mit dem Planimeter ausgemessen. Er ließ einen Vokal, den Konsonanten *t* und dann die Gruppe Vokal + Konsonant aussprechen. Der Durchschnittswert des Flächeninhalts sämtlicher Vokale

beträgt 2,58. Der Durchschnittswert der Berührungsfläche des *t* beträgt dagegen 9,3. Wenn die Vokale einzeln gesagt wurden, so betrug der Durchschnittswert für

i 7,8, *ẹ* 5,28, *ę* 2,56, *a* 0, *ǫ* 0,46, *ọ* 0,58, *u* 1,38.

Bei den Lautgruppen Vokal + Konsonant betrug dagegen der Durchschnittswert für

it 10,3, *ẹt* 8,52, *ęt* 8,94, *at* 8,72, *ǫt* 9,1, *ọt* 8,92, *ut* 9,06.

Der Durchschnittswert des Flächeninhalts der Vokale der Vorderreihe + *t* beträgt 9,2, von *a* + *t* 8,9; der Durchschnittswert der Vokale der Hinterreihe + *t* 7,8 (Vokal + *t* : Vokal = 3,3 : 1). Die ausgesprochene Beeinflussung seitens des *t* ist also unverkennbar. Das Maximum der Berührungsfläche der Zunge für die allein stehenden Vokale erreicht noch nicht einmal das Minimum für Vokal + *t*; trotzdem streben die Vokale danach, sich immer geltend zu machen.

Konsonant + Vokal + Konsonant.

Vokal + Konsonant + Vokal.

Bei Konsonant + Vokal + Konsonant ist der Einfluß auf den Vokal doppelt; und wenn er in derselben Richtung (*pap*) erfolgt, so kann der Vokal beträchtlich geändert werden; auch hier nehmen die Nasalkonsonanten ein besonderes Verhalten ein.

Der auslautende Konsonant übt eine mehr konservierende Beeinflussung aus.

Der Konsonant zwischen Vokalen ist weder dem anlautenden noch dem auslautenden Konsonanten gleich.

Von den zwei Vokalen ist der zweite der einflußreichere.

Die Vokale beeinflussen die Konsonanten nicht allein durch Zunge und Lippen (Ansatzrohr), sondern auch durch die Tätigkeit der Stimmbänder (Grad und Ort der Stimme). In diesem Falle ist der erste Vokal ausschlaggebend.

Chlumský (RvPh 1912, 80) hat die Frage des Übergangs der Laute eingehend am Kymographion untersucht und ist zu folgenden Schlüssen gekommen:

Der Übergang vom Konsonanten zum Vokal gehört zum Konsonanten.

Der Übergang vom Vokal zum Konsonanten gehört zum Vokal.

Die Stimmhaftigkeit, die manchmal in das Gebiet des folgenden stimmlosen Konsonanten eindringt, gehört zu diesem letzteren.

Meyer (Vox 1914, 167) wendet sich auf Grund experimenteller Untersuchungen am Kymographion besonders gegen obigen Standpunkt, daß der Übergang vom Vokal zum Konsonanten dem Vokal zugehöre.

Gennemisch.

Das S. 61 Gesagte paßt grundsätzlich auch auf die Laute.

Einzelne Laute.

Vokale.

Untersuchungen über die Vokale vom gennemischen Standpunkt aus sind zahlreich, dafür stimmen aber ihre Ergebnisse selten überein. Die von Rousselot, Nagel, Stefanini (AIORL 1911, XXII—XXIII) sowie von Hoffmann (Vox 1916, 140) erwähnte Hauptursache dieser Unterschiede ist die Nichtberücksichtigung der Stimmfarbe, die, wie man wenigstens für die stimmhaften Laute weiß, sich während der ganzen Phonation bemerkbar macht. Eine zweite Ursache ist vielleicht auch darin zu erblicken, daß die betreffenden Forscher Schattierungen eines Lautes, die in individuellen, sprachlichen und ähnlichen Ursachen begründet waren, mit ein und demselben Zeichen dargestellt haben. Weiter ist

mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Laute nicht immer mit genau derselben Stärke gesprochen wurden, was (vgl. hierüber u. a. Weiß, der sich als letzter mit dieser Frage abgegeben hat; S. 132) zu verschiedenen Ergebnissen führen muß; dieselben Bemerkungen gelten für die Dauer (vgl. hierüber S. 132 über Hermann). Die Unterschiede können vielleicht auch daher rühren, daß manche Forscher gesprochene, manche andere dagegen gesungene Vokale untersucht haben. Obwohl Rousselot — im Gegensatz zu den meisten Forschern — keinen charakteristischen Unterschied zwischen diesen und jenen Vokalen anerkennt, so betont er doch, daß der gesprochene Vokal weniger fest und weniger stark, sowie meistens kürzer als der gesungene ist. Man kann also annehmen, daß diese differenzierenden Umstände doch einen Unterschied hervorrufen, auch wenn man nur bedenkt, daß Rousselot selbst sagt: „Das Bild eines Vokales ist stets bei dem Halten (tenue) zu finden", und daß dieses Halten gerade bei den gesprochenen Vokalen meistens von kurzer Dauer ist. Endlich liegt die Ursache dieser Unterschiede auch darin, daß manche Untersuchungen — obwohl mit Unterstützung von Apparaten (Stimmgabeln, Resonatoren) — im Grunde genommen mit dem Gehör ausgeführt wurden, was leicht zu groben Irrtümern führt.

Konsonanten.

Obige Bemerkungen über die Vokale gelten im großen und ganzen auch für die Konsonanten.

Lautgruppen.

Stefanini (AIORL 1911, XXII—XXIII), der Untersuchungen am Phonographen gemacht hat, bemerkt im allgemeinen, daß, wenn man anstatt Glyphen von einzelnen

Vokalen Glyphen von Lautgruppen betrachtet, meistens die Form der Vokale nicht mehr wiederzuerkennen ist. Die Konsonanten, die sich mit den Vokalen verschmelzen, verwickeln die Form des ganzen Bildes.

Untersuchungen über diesen Gegenstand sind auch von Rousselot mit Hilfe seines schreibenden Ohres vorgenommen worden. Da er aber gleichzeitig die verschiedenen Lautgruppen auch genetisch untersucht hat, so sind die Ergebnisse im großen und ganzen bereits S. 118 ff. angegeben worden.

Hermann hat durch seine Umwandlung von Glyphen in Kurven festgestellt, daß der Konsonant durchaus nicht von einem vorhergehenden oder folgenden Vokal beeinflußt wird. Die *l*-Kurven z. B. sind in Gruppen von *al*, *ol*, *la*, *lo* durchaus gleich.

Laute beim Flüstern.

Genetisch.

Vokale.

Bei den geflüsterten Vokalen sind nach Rousselots Feststellungen am Kymographion die Bewegungen der Zunge nach vorn bzw. nach hinten und nach dem Gaumen ausgesprochener als bei den entsprechenden Vokalen mit vox laryngis, dagegen geht der Mundboden nicht so tief herunter. Rousselot schließt daraus, daß der Unterschied zwischen den gewöhnlichen und den geflüsterten Vokalen nicht allein in der Abwesenheit der Stimme besteht, sondern auch in der Artikulationsweise, was leicht erklärlich ist, weil bei den geflüsterten Vokalen die Luftreibung im Ansatzrohr die Stimme ersetzt und die Artikulationstätigkeit energischer sein muß, um das Geräusch zu verstärken.

Zu demselben Schluß kommt Eÿkmann (Vox 1914, 129) durch Röntgenographien.

Konsonanten.

Zwaardemaker hat mit seinem Aerodromometer, das mit dem rechten Nasenloch verbunden war, die Lautgruppe einmal mit lauter Stimme und zweimal geflüstert gesprochen. Im ersten Falle betrug die Atemgeschwindigkeit für *m* und *n* 0,33 bzw. 0,5″, bei der Flüsterstimme betrug sie das erste Mal für *m* und *n* 0,27 bzw. 0,53″, das zweite Mal 0,27 und 0,47″. Die Atemmenge betrug bei der laut gesprochenen Lautgruppe 7 bzw. 12 ccm, beim Flüstern 11 bzw. 19 ccm und 10 bzw. 15 ccm.

Gennemisch.

Vokale.

Rousselot, der Untersuchungen an sich selbst mit Hilfe seiner empfindlichen Schreibapparate gemacht hat, stellt fest, daß die an dem Schildknorpel aufgenommenen Schwingungen pendelartig sind, die am Munde aufgenommenen aber sich nicht in periodisch wiederkehrenden regelmäßigen Bildern zeigen. Diese Bilder wechseln wohl für jeden Vokal, aber an den Stellen, wo sie am besten zum Vorschein kommen, merkt man überall eine kleine unveränderliche Zacke; bei anderen Untersuchungen gibt Rousselot an, bezeichnendere Unterschiede gefunden zu haben. Charakteristische Töne der Vokale durch Anwendung der Flüsterstimme hat (obwohl er Vorläufer gehabt hat) Donders am ausgiebigsten festgestellt, der aus dem Klange geflüsterter Vokale bestimmte Töne heraushörte. Helmholtz, König und Gutzmann haben sich dieses Verfahrens bedient, und die Ergebnisse in ihren Arbeiten zusammengefaßt. Nagel warnt vor der Anwendung der Flüster-

stimme, weil ihm — wie bereits S. 91 bei der Höhe der Stimme gesagt — die Bestimmung absoluter Tonhöhe an den geflüsterten Vokalen mit außerordentlichen Fehlerquellen behaftet erscheint. Man ist namentlich — ebenfalls nach Nagel — bei Beobachtungen an sich selbst sehr der Autosuggestion ausgesetzt, und ein ungeübter Beobachter kann leicht glauben, auf den Vokal *a* in Flüsterstimme eine Melodie singen zu können. Er fühlt die wechselnden Kehlkopfstellungen, aber ein Zuhörer hört immer nur denselben Laut.

Weiß schließt (PflA 1911, CXLII, 567) auf Grund von Untersuchungen an seinem Phonoskop folgendes über die geflüsterten Vokale: die Kurven aller Vokale bilden Schwingungsgruppen, die durch die wechselnde Amplitudengröße bedingt sind. Da diese Gruppierung zeitlich aperiodisch ist, so erhalten die Kurven Geräuschcharakter. Gleichen Typus haben *u o a*, nämlich ziemlich konstante Perioden der Schwingungen, aber die Amplitudengruppen sind, wie bei den andern, wechselnd. Der Vokal *a* weist Schwingungen auf, die frequenter sind als die charakteristischen Formanten; bei *e* und *i* ist es umgekehrt.

Konsonanten.

Rousselot gibt an, daß er nicht untersucht hat, ob es möglich ist, auf dem Schildknorpel Schwingungen für die geflüsterten Konsonanten aufzufangen. Er weiß nur darüber zu berichten, daß für die geflüsterten Konsonanten die Schwingungen schwächer sind als für die geflüsterten Vokale; z. B. in der geflüsterten Gruppe *ma* hat er für den Vokal sehr scharfe Schwingungen und keine für den Konsonanten festgestellt.

Die Höhe der Laute.[1])

Genetisch.

Einzelne Laute.

1. Ansatzrohr.

Es gibt hierüber eine Untersuchung von P.-C. (Vox 1919, 170): er hat von sich selbst ein Röntgendiplogramm aufgenommen und dann ausgemessen. Die Vp sprach den Vokal *u* zuerst auf *B* und dann auf b^1. Die Kieferöffnung beträgt für *B* 3,6 mm und für b^1 1,6 mm. Daß sich der Unterkiefer für b^1 nach oben bewegt hat, obwohl der Vokal derselbe wie für *B* geblieben ist, erklärt P.-C. dadurch, daß die Vp beim Hervorrufen dieses großen Unterschiedes in der Höhe den Resonator im Munde kleiner gestaltet hat. Eine mit der Bewegung des Unterkiefers gleichlaufende Verengung der Lippenöffnung bzw. eine Verschiebung der Zunge läßt das Diplogramm wegen der Undeutlichkeit der Umrisse nicht feststellen. Obige Bewegungen des Unterkiefers sind von ausgesprochenen Bewegungen des Zungenbeins in sagittaler und vertikaler Richtung, sowie um eine horizontale Achse begleitet. Dessen Körper hat, um von *B* zu b^1 zu kommen, einen Sprung in vertikaler Richtung von 8 mm gemacht; weiter hat sich das Zungenbein bei seinen sagittalen Bewegungen zur Erreichung von b^1 um 9,6 mm nach vorn verschoben und sich gleichzeitig um seine horizontale Achse um 15° gedreht. Der Kehldeckel ist nach oben und vorn gekommen, von der Spitze aus gemessen beträgt der Unterschied zwischen *B* und b^1 in vertikaler Richtung 8,8 mm, in sagittaler Richtung 4,0 mm. Zwischen der Kehldeckelspitze und der hin-

[1]) Ich nehme an, daß alle Ausführungen über Höhe, Stärke und Dauer für Laute auf Bruststimme gelten,

teren Rachenwand ist für *B* ein Abstand von 8,0 mm und für b^1 von 9,6 mm.

2. Kehlkopf.

Die Bewegungen des Kehlkopfes für denselben Vokal auf denselben Tonhöhen (vgl. oben) sind wohl von P.-C. aufgenommen, aber nicht ausgemessen worden, weil sie nicht deutlich genug ausgefallen waren. Jedenfalls läßt sich mit bloßem Auge erkennen, daß Bewegungen in sagittaler und vertikaler Richtung mit erfolgt sind, weil die Unterschiede in der Tonhöhe gewaltig (ca. 2 Oktaven) waren. Sonst, wenn der Unterschied nur wenige Töne beträgt, üben nach Gutzmann (PSB 1908, I, 89) die Vokale selbst bereits in ihrer Artikulationsstellung einen so großen Einfluß auf die Kehlkopfstellung aus, daß der relativ geringe Einfluß der Tonhöhe gar nicht in Betracht kommt.

3. Atmung.

Roudet hat am Verdinschen Spirometer festgestellt, daß der Durchschnittsluftverbrauch in umgekehrtem Verhältnis zu der Tonhöhe zunimmt.

Lautgruppen.

Es fehlen Angaben.

Gennęmisch.

Diese Frage ist noch nicht vom theoretisch phonetischen Standpunkt aus untersucht worden.

Die Stärke der Laute.[1])

Es gilt das S. 92 ff. für die Stärke der Stimme Gesagte.

---

[1]) Vgl. Fußnote S. 96.

Die Dauer der Laute.[1])

Genetisch.

Meyer (NrSp 1913, XXI, 65) hat die Gruppe Konsonant + Vokal + stimmhaften bzw. stimmlosen Konsonanten mit Mundtrichter und freier Luftzuführung mit einer Schreibkapsel an sich selbst am Kymographion untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß die durchschnittliche Höhe der Atemkurven über der Nullinie während des mittleren Drittels des Vokals für lange Vokale vor stimmhaften Konsonanten 7,4 und vor stimmlosen Konsonanten 7,6, dagegen für kurze Vokale vor stimmhaften Konsonanten 10, vor stimmlosen Konsonanten 12 in mm beträgt. Daraus schließt er, daß für den kurzen Vokal ceteris paribus beträchtlich mehr Atem verbraucht wird als beim langen Vokal.

Gennemisch.

Einzelne Laute.

Rousselot hat (MdPhLg 1891, 75) verschiedene einzelne Vokale am Kymographion untersucht und ist zu dem Schluß gekommen, daß er alle offenen bzw. geschlossenen Vokale als lang, dagegen alle mittleren Vokale als kurz ausspricht. Er führt das aber nicht etwa auf eine phonetische Notwendigkeit zurück, sondern auf den Einfluß der ersten Schuljahre.

Lautgruppen.

Rousselot hat Vokal + Konsonant, Konsonant + Vokal und Konsonant + Vokal + Konsonant untersucht, indem die Vokale sich änderten, der Konsonant aber stets *p* blieb. Er ist auf Grund seiner Untersuchungen zu denselben Ergebnissen wie für die einzelnen Vokale gekommen und er-

[1]) Vgl. Fußnote S. 96.

klärt sie auch wie oben. Begnügt man sich, anstatt mit allen diesen Einzelheiten, mit einer allgemeinen Betrachtung der Öffnungsweise des Mundraums, indem man nur die äußersten Vokale *a i u* nimmt, so stellt Rousselot doch eine zunehmende Dauer mit der Zunahme des Schließens des Mundraumes fest; z. B. *ip* und *up* sind länger als *ap*, *pi* und *pu* sind länger als *pa*, *pip* und *pup* länger als *pap*.

Was die Konsonanten anbetrifft, so faßt Rousselot seine Ergebnisse in folgender Weise zusammen: die Verschlußkonsonanten sind etwas kürzer als die Engekonsonanten; die stimmhaften Konsonanten sind oft kürzer als die stimmlosen.

Die Länge der Konsonanten nimmt proportional ab mit der Länge der Lautgruppe, zu der sie gehören.

Weiter unterscheidet Rousselot eine Art von Konsonanten, die man gewöhnlich doppelt nennt. Diese Bezeichnung hat nur einen gennemischen Wert, denn genetisch betrachtet sind diese doppelten Konsonanten nicht das Ergebnis von zwei Bewegungen, sondern von derselben Tätigkeit wie bei den kurzen entsprechenden Konsonanten.

Rousselot stellt fest, daß eine Gruppe von zwei Vokalen kürzer ist als die zwei sie bildenden Vokale, wenn man sie summieren würde, und länger als jeder der einzelnen Vokale.

In Konsonantengruppen ist nach Rousselot eine große Neigung seitens der Konsonanten vorhanden, kürzer zu werden.

In bezug auf die Dauer der Verschlußlaute vertritt Gutzmann einen einzig dastehenden Standpunkt, nämlich, daß z. B. in Gruppen *apa*, *ata*, *aka* die Übergangszeiten vom Vokal zum Konsonanten nicht den Konsonanten zugerechnet werden dürfen. Also das Halten (tenue) der Verschlußlaute soll nicht berücksichtigt werden. Gutzmann hält deshalb die Dauermessungen u. a. von Verschuur, Gallé für

falsch, weil sonst nach diesen Forschern die Dauer der uns so kurz (?) erscheinenden Verschlußlaute *p t k* die längste von der der übrigen sein würde. Als Ausgangspunkt für seine Behauptung nimmt also Gutzmann den rein subjektiven Eindruck für maßgebend an.

Beziehungen zwischen Farbe, Höhe, Stärke und Dauer der Laute.

Genetisch.

Es fehlen Untersuchungen.

Gennemisch.

Einzelne Laute.

Farbe und Höhe. Musehold drückt sich hier folgenderweise aus: die einzelnen Vokale in der Tonleiter können auf jeden Ton gesungen werden, allerdings nur so lange, als der Stimmton eine längere Periode hat, d. h. tiefer ist als der für den Vokal charakteristische Eigenton der Mundhöhle. So erklärt es sich, daß bei hohen Soprantönen kein *u* mehr hervorgebracht werden kann, weil die Periode der die Tonhöhe bestimmenden primären Pulsationen zu kurz ist, um die für *u* charakteristischen sekundären Impulse in einzelne tönende Abteile zu zerlegen. Daher kommen die Vokale am leichtesten zum Ausdruck beim Sprechen, weil hier die Töne der „primären Impulse“ relativ tiefer liegen. Die Männer brauchen beim Sprechen in der Regel die obere Hälfte der großen Oktave und die Frauen die obere Hälfte der kleinen Oktave. Beim Singen in den höheren Lagen ist dagegen die Charakterisierung der Vokale schwieriger, bei den Frauen mehr, bei den Männern weniger. So wird für die Männerstimme die Aussprache des *u* bei *f'* unvollkom-

men; für den Sopran ist bei f'' die Unterscheidung von *u* und *o* und *a* bereits undeutlich.

Farbe und Stärke. Weiß hat (PflA 1911, CXLII, 567) diese Frage mit seinem Phonoskop eingehend untersucht und eine erhebliche Beeinflussung der Farbe seitens der Stärke festgestellt.

Farbe und Dauer. Hermanns Untersuchungen zeitigen Unterschiede der Klangfarbe bei kurzen und langen Vokalen.

Lautgruppen.

P.-C. hat (Vox 1917, 127) an sich selbst Untersuchungen angestellt, indem er die Vokale derselben Lautgruppe abwechselnd stark aussprach; es waren drei Lautgruppen mit 2, 3 und 4 Vokalen. Er kam zu folgenden Schlüssen:

Stärke und Dauer. Je länger die Lautgruppe ist, und je weiter die Verschiebung des starken Vokals deren Ende zurückt, um so mehr nimmt der neue starke Vokal an Dauer zu. Ist die Lautgruppe sehr kurz, so nimmt er an Dauer ab.

Findet eine Zunahme der Laute vor dem starken Vokal statt, so nimmt dieser an Dauer zu; erfolgt die Zunahme nach dem starken Vokal, so nimmt er an Dauer ab.

Der starke Vokal ist überhaupt länger als der schwache Vokal, bedeutend länger ist er gegenüber dem schwachen Vokal, der nach ihm kommt, als dem, der vor ihm steht. Aber der schwache Vokal am Ende der Lautgruppe nimmt eine ganz besondere Stelle ein, er ist nur eine Kleinigkeit kürzer als der starke Vokal.

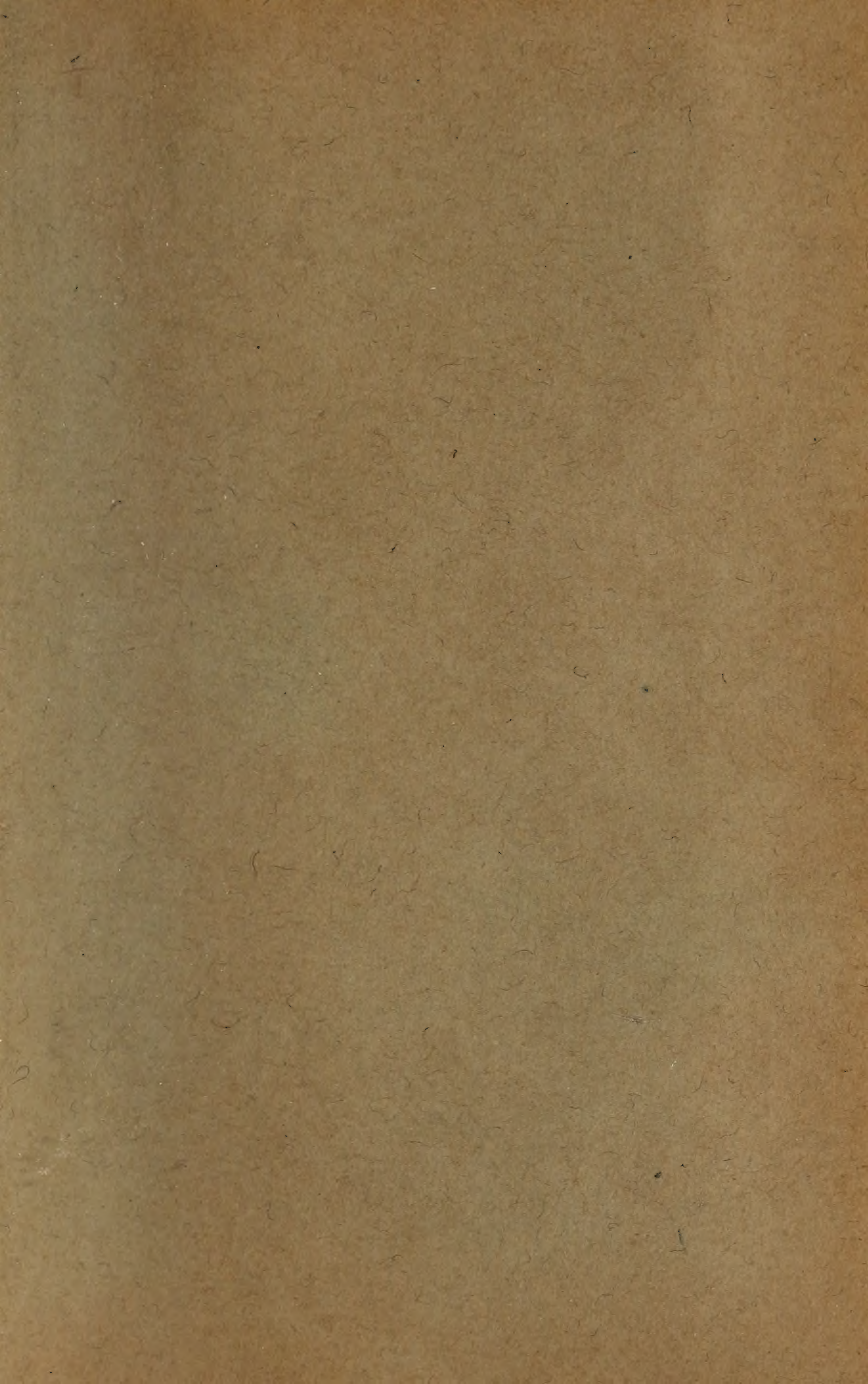
Je mehr sich der schwache Vokal von dem starken entfernt, desto kürzer wird er. Der schwache Vokal, der vor dem starken steht, ist etwas länger als der, der nach ihm kommt. Der schwache Vokal am Ende nimmt auch den schwachen Vokalen gegenüber überhaupt ein besonderes

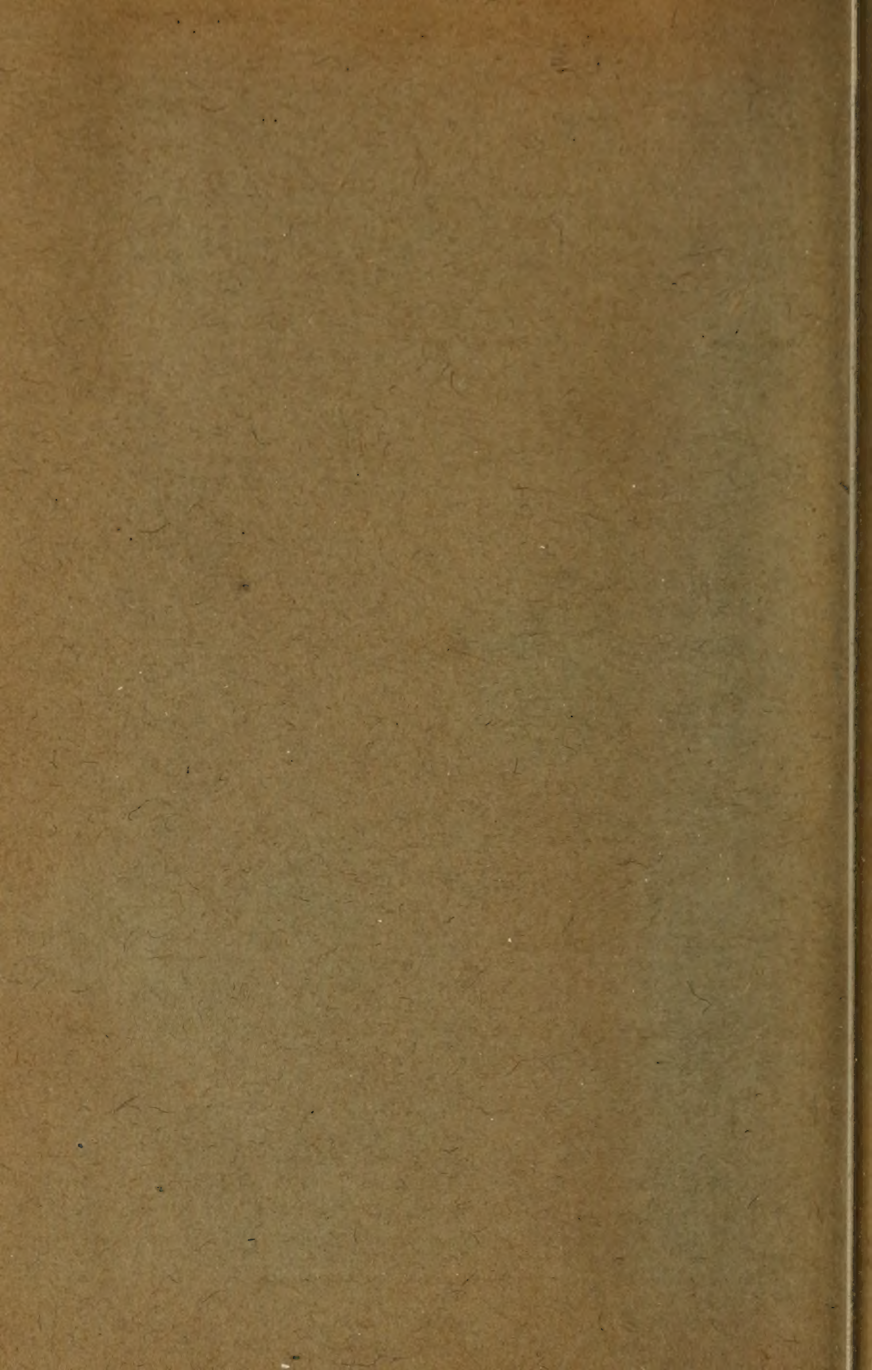
Verhalten an; er ist länger als die schwachen Vokale, die vor den starken stehen, und noch bedeutend länger als die, die nach den starken kommen.

Stärke und Höhe. Der starke Vokal ist überhaupt höher als der schwache. Bedeutend höher ist er gegenüber dem schwachen Vokal, der ihm folgt, als dem schwachen Vokal, der vor ihm steht.

Je weiter der schwache Vokal vom starken entfernt liegt, desto tiefer ist er. Vor dem starken Vokal ist der schwache Vokal höher als nach ihm.

Register.






VWV